

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



Influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional “palo negro” en *Vitis Vinifera L. var. Italia*.

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

FLAVIO MARTIN ALIAGA VALVERDE

TRUJILLO-PERÚ

2014

La presente tesis ha sido aprobada por el siguiente Jurado:

Ing. M. Sc. SERGIO VALDIVIA VEGA
PRESIDENTE

M. Sc. SUIBERTO VIGO RIVERA
SECRETARIO

Ing. CÉSAR MORALES SKRABONJA
VOCAL

Dr. MILTON HUANES MARIÑOS
ASESOR

DEDICATORIA

A Silvia, una mujer loable y profesional, dedicada a la enseñanza, pero sobretodo una madre que sacrificó parte de su vida en forjarme un mejor futuro y enrumbarme con sinceridad y optimismo en ese camino de la vida llena de obstáculos, como olvidar una de sus frases: “la verdad por más dura que sea, siempre se cuenta...”. Gracias madre, misión cumplida, mi?

A Flavio, un compañero locuaz capaz de sintetizar décadas de historia universal en esencia útil para el desarrollo progresivo de una mejor sociedad. Un hombre que sacrificó lo material por los ideales; porque más que padre eres mi mejor amigo del cual algún día podría haber tenido. La vida es vida siempre que nuestra vida esté en armonía con las demás vidas. Gracias por todo, ahora tu martinichi ya es Ingeniero.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que han hecho posible la elaboración del presente trabajo de investigación:

- ▣ A mi asesor, Dr. Milton Huanes Mariños de la Universidad Privada Antenor Orrego, quien me apoyo incondicionalmente y compartió conmigo sus conocimientos, experiencias y valiosa información que contiene esta tesis.
- ▣ Al Presidente de la Asociación de Productores Agropecuarios Vitivinícolas de San Gabriel, de la provincia de Gran Chimú, Fernando Álvarez, por brindarme apoyo en la construcción del Campo Experimental.
- ▣ A mi estimado “Doc”, quién fue mi Jefe de Prácticas Pre-Profesionales del Laboratorio de Fitopatología, Dr. Martín Delgado Junchaya, logró despertar en mí el interés de investigar, innovar y ser un profesional de respeto para ésta sociedad.
- ▣ A mi estimado Dr. César Ventura, por su sincera amistad y por creer en mi genoma.
- ▣ A mi estimado Decano Mg. César Lombardi, por siempre alentarme hacia nuevos retos profesionales.
- ▣ Al Químico Industrial, Heraldo de la Cruz Baca, por su apoyo incondicional en todo momento.
- ▣ A la Ing. Susan Gomez Placencia, quién me apoyo durante la ejecución del Proyecto de Tesis.

ÍNDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	5
II.1. Descripción del cultivo de vid (<i>Vitis vinífera</i> L.)	5
II.1.1. Historia y Origen	5
II.1.2. Taxonomía	5
II.1.3. Morfo-anatomía	6
II.1.4. Clima	6
II.1.4.1. Temperatura	6
II.1.4.2. Precipitación	6
II.1.4.3. Viento	6
II.1.4.4. Luminosidad	6
II.1.5. Suelos	7
II.1.6. pH	8
II.1.7. Materia Orgánica	8
II.1.8. Salinidad	8
II.1.9. Riego	9
II.1.10. Estados de desarrollo	9
II.1.10.1. Brotación primaveral – inicio floración	9
II.1.10.2. Inicio floración – cuajado – envero	9
II.1.10.3. Poscosecha- inicio caída de hojas	10
II.1.10.4. Dormancia (inicio caída de hojas – inicio brotación)	10
II.1.11. Poda	10
II.1.11.1. Poda de formación	10
II.1.11.2. Poda de producción	10
II.1.11.3. Poda en verde	11
II.1.12. Hormonas	11
II.1.13. Variedad Italia	13
II.1.14. Enfermedades, plagas y malezas	13

II.1.14.1. Enfermedades	13
II.1.14.2. Plagas	14
II.1.14.3. Malezas	14
II.1.15. Desordenes Fisiológicos	15
II.1.15.1. Falsa deficiencia de potasio fiebre de primavera	15
II.1.15.2. Partidura de baya “hair line”	15
II.1.15.3. Partidura de baya “cracking”	15
II.1.15.4. Palo negro “bunch stem necrosis – BSN”	15
II.1.15.5. Pérdida de color de baya	16
II.1.15.6. Desbalance nutricional	16
II.2. Nutrición Mineral	16
II.2.1. Elementos minerales y sus funciones	18
II.2.1.1. Criterios de Esencialidad	18
II.2.1.2. Macro y Micronutrientes Esenciales	19
II.2.1.3. Origen y formas de los Elementos esenciales	20
II.2.2. Absorción de los elementos Nutritivos	22
II.2.2.1. Factores que Influyen en la Absorción Mineral	23
a. Relacionados con el Suelo	23
b. Relacionados con la Planta	26
c. Relacionados con las Condiciones Climáticas	27
II.2.3. Rol de Nutrientes	28
II.2.3.1. Potasio	28
II.2.3.2. Calcio	29
II.2.3.3. Síntomas de Deficiencia de los Elementos Esenciales	31
II.3. Nutrición Foliar	37
II.3.1. Mecanismo de Absorción	37
II.3.2. Factores que influyen en la Fertilización	39
a. Relacionados con la formulación foliar	39
b. Relacionados al Medio Ambiente	41
c. Relacionados con la Planta	41
II.3.3. Respuesta de los Cultivos a la Fertilización Foliar	42

II.3.4. Fertilizantes Foliares	43
II.3.4.1. KMBC – 27	43
II.3.4.2. Basfoliar Qualität	43
II.4. Palo Negro	44
II.4.1. Síntomas	44
II.4.2. Causas	45
a. Desequilibrio hormonal	45
b. Desequilibrio Osmótico	46
c. Desequilibrio Nutricional	46
II.4.3. Control	47
II.4.4. Características Climáticas	47
II.4.4.1. Temperatura	47
II.4.4.2. Humedad Relativa	50
II.4.4.3. Contenido de agua del suelo y efecto de las lluvias	50
II.4.4.4. Rol de la Luz	50
II.4.5. Manejo Nutricional	50
III. MATERIALES Y MÉTODOS	53
III.1. Características del Área Experimental	53
III.1.1. Ubicación del Área Experimental	53
III.1.2. Campo Experimental	53
III.1.3. Muestreo del Suelo	53
III.1.4. Análisis Agroquímico del Suelo	54
III.1.5. Interpretación del Análisis Agroquímico	55
III.1.6. Datos Meteorológicos	56
III.1.7. Fertilizantes Foliares	56
III.1.7.1. KMBC-27	57
III.1.7.2. Basfoliar Qualität	57
III.1.8. Tratamientos Estudiados	59
III.1.9. Evaluaciones	59
III.1.10. Características del Campo Experimental	60
III.1.10.1. Croquis del Campo Experimental	62

III.1.10.2. Croquis del Bloque	63
III.1.10.3. Croquis de la Unidad Experimental	63
III.2. Diseño Experimental	64
III.2.1. Modelo Aditivo Lineal	64
III.2.2. Análisis de Varianza (ANOVA)	64
III.2.3. Transformación Angular	65
III.3. Labores Culturales	65
III.3.1. Preparación del Campo Experimental	65
III.3.2. Fertilización Básica	66
III.3.3. Riegos y Deshierbos	66
III.3.4. Dosificación y Momento de aplicación de los Fertilizantes Foliares.	66
III.3.5. Cosecha	68
III.3.6. Obtención de Datos	68
III.3.7. Datos Registrados y forma en que se tomaron	69
III.3.7.1. La influencia de los fertilizantes foliares	69
III.3.7.2. Número de bayas y número de racimos	69
III.3.7.3. Peso de los racimos por planta	69
III.3.7.4. Producción	69
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
IV.1. La influencia de los fertilizantes foliares	70
IV.2. Número de bayas por racimo	73
IV.3. Número de racimos por planta	74
IV.4. Peso de los racimos por planta	75
IV.5. Producción	77
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES	80
VII. BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	90

INDICIE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Análisis Agroquímico del Campo Experimental	55
Cuadro2. Datos Meteorológicos tomados durante el trabajo de investigación	56
Cuadro 3. Tratamientos Estudiados	59
Cuadro 4. Momento de aplicación de los Fertilizantes Foliares	60
Cuadro 5. Porcentaje de Palo Negro. Prueba Duncan	70
Cuadro 06. Porcentaje de Palo Negro. Prueba de Tukey.	71
Cuadro 07. Masa de los racimos. Prueba Duncan	76
Cuadro 08. Masa de los racimos. Prueba de Tukey.	76
Cuadro 09. Influencia de los fertilizantes foliares en el Rendimiento. Prueba de Duncan.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Campo Experimental. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	53
Figura 2. Muestreo de Suelo del Campo Experimental del Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014	54
Figura 3. Fertilizante Foliar KMBC – 27 (izquierda), Adherente Silwet (centro) y Fertilizante Foliar Qualität (derecha).	57
Figura 4. Características del Campo Experimental. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	61
Figura 5 Sistema de conducción. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	65
Figura 6. Riego por Gravedad. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	66
Figura 7. Primer momento de aplicación de los fertilizantes foliares. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	67
Figura 8. Segundo momento de aplicación de los fertilizantes foliares. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	67
Figura 9. Tercer momento de aplicación de los fertilizantes foliares. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	68
Figura 10. Intensidad de Palo Negro en los tratamientos A, B y C. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico 1. Porcentaje de Palo Negro en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	72
Gráfico 2. Número de Bayas por racimo en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	73
Gráfico 3. Número de Racimos por planta en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	74
Gráfico 4. Masa de Racimos por planta en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014	76
Gráfico 5. Rendimiento en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.	78

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Escala de evaluación "Necrovitis"	91
Anexo 2. Cartilla de valuación	92
Anexo 3. Datos de la influencia de dos Fertilizantes Foliareos en el desequilibrio "Palo Negro" en <i>Vitis vinífera L. var. Italia</i>	93
Anexo 4. Análisis de varianza del Palo Negro.	94
Anexo 5. Análisis de varianza del número de bayas por racimo	95
Anexo 6. Análisis de varianza del número de racimos por planta	96
Anexo 7. Análisis de varianza de la masa de los racimos	97
Anexo 8. Análisis de varianza de la producción (t/ha)	98

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Departamento La Libertad, a una altitud de 1205 m.s.n.m., 7° 28' 58" de Latitud Sur y 78° 49' 35" de Longitud Occidental. La investigación se basó en la influencia de dos fertilizantes foliares, Qualität y KMBC – 27 en el desequilibrio nutricional denominado “Palo Negro” en el cultivo de Vid, se utilizó una superficie de 1260 m² de la variedad Italia con un distanciamiento de 2,5 m. entre hileras y 1,40 m. entre plantas, con sistema de riego por gravedad, teniendo un total de 360 plantas distribuidas en 12 hileras. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones. El bloque estuvo compuesto de 3 tratamientos siendo el tratamiento (hilera) la unidad experimental, la cual constó de 30 plantas distribuidas en una superficie de 105 m². Las evaluaciones fueron semanales con una duración de 18 semanas, siendo la semana 1, semana 7 y semana 13 los momentos en donde se aplicó la dosis de 330 mL del Fertilizante Foliar diluidos en 22 litros de agua con 3 mL del Adherente Silwet. Se utilizó la escala de evaluación “Necrovitis”, que está hecha a base de grados de intensidad de daño en el desarrollo y formación de bayas. El análisis de varianza al número de bayas y al número de racimos, no mostraron diferencias significativas, teniendo como media 38,25 bayas/planta y 15,25 racimos/planta respectivamente. El Tratamiento A (Qualität) obtuvo 16,29% de “Palo Negro”, teniendo el porcentaje más bajo con respecto al Tratamiento B (KMBC – 27) con 23,72% y al Tratamiento C (Testigo) con 61,95% de “Palo Negro”. Así mismo el Tratamiento A (Qualität) obtuvo la mayor masa por racimo, mostrando diferencia significativa con 1,34 Kg/racimo frente al Tratamiento B (KMBC – 27) con 1,22 Kg/racimo y al Tratamiento C (Testigo) con 0,60 Kg/racimo. Además el Tratamiento A (Qualität) obtuvo el mayor rendimiento (t/ha) mostrando diferencia significativa con 9,79 t/ha frente al Tratamiento B (KMBC – 27) con 8,78 t/ha y al Tratamiento C (Testigo) con 4,21 t/ha.

ABSTRACT

The present research work was conducted in the District of Cascas, Gran Chimú Province, La Libertad Department, at an altitude of 1205 meters, 7 ° 28 '58' 'south latitude and 78 ° 49' 35 " West Longitude. The research was based on the influence of two foliar fertilizers, Qualität and KMBC - 27 in nutritional imbalance "Palo Negro" in the cultivation of vine variety Italy, an area of 1260 m² with a spacing of 2,5 m. between rows and 1,40 m. between plants with gravity irrigation system, taking a total of 360 plants in 12 rows. The used statistical model was Design in Blocks Complete at random (DBCA) with three treatments and four repetitions being treatment (row) the experimental unit, which consisted of 30 plants spread over an area of 105 m². The evaluations were weekly for a period of 18 weeks, being week 1, week 7 and week 13 the moments where applied the dose of 330 mL of Foliar Fertilizer diluted in 22 liters of water with 3 mL of Adherent Silwet. The evaluation scale "Necrovitis", which is made from degrees of intensity of damage in the development and formation of berries was used. The analysis of variance of the number of berries and the number of clusters, showed no significant differences, with the average 38,25 berries/plant and 15,25 clusters/plant respectively. Treatment A (Qualität) obtained 16,29% of "Palo Negro", having the lowest percentage with respect of the Treatment B (KMBC – 27) with 23,72% and Treatment C (Control) with 61,95% of "Palo Negro". Likewise Treatment A (Qualität) obtained the highest mass per cluster, showing significant difference with 1,34 Kg/cluster versus Treatment B (KMBC – 27) with 1,22 Kg/cluster and Treatment C (Control) with 0,60 Kg/cluster. Furthermore Treatment A (Qualität) obtained the highest yield (t/ha) showing significant difference with 9,79 t/ha compared to Treatment B (KMBC – 27) with 8,78 t/ha and Treatment C (Control) with 4,21 t / ha.

I. INTRODUCCIÓN

En vista de no haber encontrado trabajos de investigación que guarden relación con la temática en investigación en la zona a desarrollar, se ha considerado pertinente incluir aquellos que guardan una conexión con los diferentes puntos a tratar, logrando así aportes de otros trabajos de investigación relacionados con el área de este trabajo que sirven como antecedentes para la orientación del presente trabajo de investigación.

Fisiológicamente las hojas de las plantas son la principal fábrica de fotosintatos. De aquí la gran importancia de poner al alcance los nutrimentos necesarios que al ser aplicados por aspersión en el follaje se incorporará de inmediato a los metabolitos. Pero la fertilización foliar no puede cubrir aquellos nutrimentos que se requieren en cantidades elevadas. Por lo tanto, la fertilización foliar, se debe utilizar como una práctica especial para complementar requerimientos nutrimentales o corregir deficiencias de aquellos nutrimentos que no posee o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo.

Según **Eibner (1986)**, la fertilización foliar se ha practicado desde hace muchos años. En 1844 se reporta que en Francia se aplicaba sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas. También se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente. Esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto. Además ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente.

A partir de 1950, cuando se empezaron a utilizar radioisótopos en la agricultura, mejores técnicas de laboratorio y aparatos para el rastreo y análisis de nutrimentos del tejido vegetal, se lograron avances más claros sobre la efectividad de la fertilización foliar (**Pérez, 1988**). En las últimas décadas varios trabajos de investigación han demostrado la bondad de esta práctica cuyo uso es común hoy en día (**Trinidad et al., 1971; Chonay, 1981; Cardona, 1988; Pérez, 1988**).

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas, y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar (**Fregoni, 1986**). Se reconoce, que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal. La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda. El abastecimiento de los nutrimentos a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades (**Bear, 1965; Plancarte, 1971; Trinidad et al., 1971**). Por consiguiente, habrá casos en que la fertilización foliar sea más ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, y casos en que simple y sencillamente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar.

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersion (**Tisdale et al., 1985**); sin embargo, parece ser, que un nutrimento también puede penetrar a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

La hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio (**Bidwell, 1979**).

Según **Franke (1986)**, al ser aplicado el nutrimento por aspersion, éste se difunde por los espacios interfibriles en la pared de las células epidermales (difusión), o bien, vía intercambio iónico a través de ectodesmos (ectoteichodes), hasta llegar al plasmalema, lugar donde se lleva a cabo prácticamente una absorción activa como en el caso de la absorción de nutrimentos por las raíces. En esta absorción activa participan los transportadores, que al incorporar el nutrimento al citoplasma de la célula, forman metabolitos que son posteriormente translocados a los sitios de mayor demanda para el crecimiento y rendimiento de la planta. Por lo tanto, la absorción foliar de nutrimentos se lleva a cabo por las células epidérmicas de la hoja y no exclusivamente a través de los estomas como se creyó inicialmente. De aquí la importancia de hidratar la cutícula de la hoja con surfactantes para facilitar la penetración del nutrimento. Este proceso, descrito brevemente, ha sido cotejado actualmente mediante el uso de algunos trazadores isotópicos.

Las referencias de agricultores de la zona, en donde se llevó a cabo este trabajo de investigación, explican que en cada campaña se utiliza distintas dosis de abonamiento para el suelo y pese a ello siempre presentan problemas de “palo negro” en cada campaña. En vista de no haber información y trabajos de investigación relacionados con el uso de abonos foliares en la zona, se ha considerado conveniente evaluar dos fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional “palo negro” en Vid.

Se planteó el siguiente problema: “Desequilibrio nutricional en la formación normal del cuajado de bayas en la variedad Italia del cultivo de Vid, como consecuencia pérdida en la producción”

Teniendo como objetivo principal, Demostrar la influencia del fertilizante foliar con el desequilibrio nutricional “palo negro” y como objetivos específicos

- Describir los daños en baya del desequilibrio nutricional “palo negro” en base a grados de incidencia de daño de la escala de evaluación “Necrovitis”.
- Evaluar semanalmente la influencia de los fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional “Palo Negro”
- Determinar que fertilizante foliar es el más adecuado para contrarrestar el desequilibrio nutricional “Palo Negro”.

HIPOTESIS

H₀: Ninguno de los fertilizantes foliares contrarresta el desequilibrio nutricional.

H_a: Al menos uno de los fertilizantes foliares contrarresta el desequilibrio nutricional.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

II.1. Descripción del cultivo de vid (*Vitis vinífera L.*)

II.1.1. Historia y Origen

La vid es originaria de las regiones meridionales del Mar Caspio (Palma, 2006), desde donde las semillas se dispersaron hacia el oeste por toda la cuenca mediterránea. Los antiguos griegos y romanos cultivaban la vid y ambas civilizaciones desarrollaron en gran medida la viticultura (Agrobanco, 2008).

Tradicionalmente, la vid es cultivada entre los paralelos 30 y 50 del hemisferio Norte y 30 y 45 del hemisferio Sur; en longitudes superiores, los viñedos sufren daños a nivel celular por los rigores del invierno, y la uva no logra la maduración. Según Fregoni (2007), actualmente la superficie con viñedos en el mundo es de alrededor de 7,9 millones de hectáreas. La clasificación de la viticultura se ha efectuado por una subdivisión de cada hemisferio en cuatro bandas climáticas: tropical (comprendida entre las latitudes 0° y 10°), subtropical (entre 10° y 30°), templada (30° a 45°) y fría (superior a los 45°) (Almanza, 2011). El 70,5% de la superficie dedicada a la viticultura está situada en la zona templada, y el 20,3%, en la zona fría; solo el 6,3% del total está representado por las zonas tropicales y subtropicales. Más del 60% de los viñedos están situados en Europa; en Asia, el 20,4%; en América, el 12,1%; en África, el 4,5%, y en Oceanía, el 2,2%. La mayor parte de la superficie vitícola está situada en el hemisferio Norte, y representa el 89,9% de los viñedos mundiales; los 10,1% restantes se sitúan en América del Sur, Sudáfrica y Oceanía (Almanza, 2011).

II.1.2. Taxonomía

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Vitales

Familia	:	Vitaceae
Género	:	Vitis
Especie	:	Vitis vinífera L.
Variedad	:	Italia

II.1.3. Morfo-anatomía

Según Palma (2006), la vid es un arbusto sarmentoso, cuyas ramas tienden a fijarse por medio de zarcillos. En la **raíz** conviene distinguir las raíz verdadera de las raíces adventicias que proporcionan la savia que favorece a la fructificación. El **tallo** es tortuoso con corteza desfoliable. Las **ramas** son nudosas y flexibles; en donde se forman los sarmientos, capaces de producir brotes fructíferos. Los **brotes** tienen una médula gruesa y floja, la cual forma siempre parte de la yema inferior y está separada de la superior por un trozo leñoso, llamado diafragma. De manera que el podador corta siempre sobre la yema inmediatamente superior a aquella que quiere dejar, y precisamente en el diafragma. Este corte se llama de “yema franca”.

Según Vega (2003), las **yemas** se encuentran a lo largo del sarmiento y raramente sobre el leño más viejo. De la **yema fructífera** nace el brote, llamado también pámpano mientras es herbáceo, el cual, empieza por la parte opuesta de la tercera hoja, llevando los futuros frutos. Las fases básicas del **crecimiento de la vid** son: el crecimiento primario y secundario de tallos y raíces; y crecimiento del fruto_(el crecimiento reproductivo se programa en tejidos meristemáticos).

II.1.4. Clima

II.1.4.1. Temperatura

La vid requiere un clima cálido y seco, siente los rápidos descensos de temperatura y los vientos fríos y padece con las heladas, escarchas tardías y las lluvias prolongadas. Un clima húmedo retrasa la madurez,

produce uvas acuosas y de poco sabor; el medianamente seco produce uvas que se conservan mucho, y el clima seco produce uvas azucaradas, poco ácidas y muy sabrosas.

Las variedades de fruto blanco son menos exigentes en temperatura que las de fruto rojo ya que esta última lo requiere para su pinta. Se requiere una temperatura mínima diaria según los diferentes estados fenológicos, así tenemos que para la brotación se necesitan 10,5° C; para la floración 18,4° C y para la maduración 22,5° C (Palma, 2006).

II.1.4.2. Precipitación

Según Palma (2006), las lluvias en períodos fenológicos claves tales como floración y cuaja pueden mermar considerablemente la producción. Lo mismo ocurre entre pinta y cosecha ya que las condiciones de humedad y temperatura son fundamentales para una infección posterior en el parrón con *Botrytis cinerea* (moho gris).

II.1.4.3. Luminosidad

A mayor iluminación mejor maduración del sarmiento, fundamental para la producción del próximo año. Parte de la infertilidad de yemas en variedades tales como sultanina (Thompson Seedless) son debido a la falta de luminosidad rojo lejana hacia la yema. Fundamental es manejar la canopia para producir adecuada entrada de luz, y mejorar la ventilación del parronal para evitar posteriores infecciones con patógenos tales como *botrytis* (Cariola, 2004).

II.1.5. Suelos

Crece en un rango de suelos de varias texturas ya sean arcillas pesadas o arenas delgadas, aunque estas últimas son preferidas. Suelos profundos y con buen drenaje, de lo contrario la uva madura con anterioridad (Palma, 2006).

II.1.6. pH

Puede crecer en un rango entre pH 4,5 a 8,5. A un pH > 6,5, los micronutrientes metálicos (Fe, Zn, Mn y Cu), boro (B) y fósforo (P) se encuentran menos disponibles, lo mismo sucede si el pH < 5.5 molibdeno se torna no disponible. En consecuencia, controlar el pH del suelo permite ofrecer todos los nutrientes esenciales en un balance y en correcta cantidad acorde a la fenología del cultivo en orden a optimizar un factor de calidad que influye en el desarrollo y productividad (Yara, 2004).

II.1.7. Materia Orgánica

La materia orgánica es aplicada para incrementar la capacidad de intercambio del suelo, además al mejorar la estructura del suelo y actividad microbológica permite retener mayor humedad y nutrientes. Cabe señalar que esta materia contiene cantidades significativas de nutrientes por lo tanto, la dosis de fertilizante debería ser reducida de acuerdo al exceso de nutrientes en la zona radicular (rizósfera) para evitar riesgos de incremento en la salinidad.

Aplicaciones de 10 a 15 ton/ha materia orgánica contribuye en una parte esencial en la demanda de nutrientes totales. La materia orgánica seca proveniente de aves es más concentrada que una materia orgánica seca proveniente de res (Palma, 2006)

II.1.8. Salinidad

La salinidad es la acumulación de todas las sales en la rizósfera a un nivel tal de limitar el rendimiento potencial de la uva. Es causada, por ejemplo por un mal manejo de fertilizantes, falta de agua (estrés hídrico) o falta de lluvias para humedecer el suelo, y/o riego con aguas con alta conductividad eléctrica (C.E.). La tolerancia de la uva de mesa a la C.E. es C.E. extracto suelo < 1,5 mS/cm. Para no reducir su potencial productivo es necesario aumentar la cantidad de agua aportada

influyendo en la zona radicular para producir una lixiviación necesaria de dichas sales en exceso, así tenemos que una C.E.extracto suelo igual a 2,5 mS/cm reduce su potencial rendimiento en un 10% (Soquimich Comercial, 2002).

II.1.9. Riego

El sistema de riego más usado en las plantaciones de uva de mesa es el riego por goteo. Este es fundamental para explotar al máximo el potencial productivo de las nuevas combinaciones de patrón-variedad. La programación de riego consiste en lograr reponer a la planta el agua requerida para su desarrollo, en la cantidad y momento adecuado, con el objetivo de maximizar su producción o bien obtener un producto de calidad definida (Sellés, 2003).

II.1.10. Estados de desarrollo

Según Palma (2006), son:

II.1.10.1. Brotación primaveral – inicio floración

Todas las estructuras se forman entre floración y cuaja, alto Nitrogeno es requerido. Practicamente el 90 % de los requerimientos nutricionales en esta fase están dados por las reservas de la temporada anterior de crecimiento, existe translocación desde el tronco y raíces. Evitar fiebre de primavera (deficiencia de potasio y exceso de putrescina).

II.1.10.2. Inicio floración – cuajado – envero

Etapa en que se define producción, revisar nivel de Potasio, Boro y Cinc. Momento oportuno de realizar 2 análisis foliares, el primero en floración (lámina o peciolo de hoja opuesta al racimo) y el segundo muestreo durante la pinta (lámina de hoja).

II.1.10.3. Poscosecha- inicio caída de hojas

Acumulación de reservas de Nitrógeno y movimiento de carbohidratos hacia la raíz por el Potasio. Control de deficiencias de Cinc y Boro para evitar fitotoxicidades. Efectuar análisis de suelos para revisar fertilidad.

II.1.10.4. Dormancia (inicio caída de hojas – inicio brotación)

Poda de receso. Aplicación de cianamida hidrogenada (Dormex) para homogenizar brotación y reemplazar horas de frío para estimular brotación.

II.1.11. Poda

II.1.11.1. Poda de formación

Durante el primer año se debe apitonar (corte de la planta a baja altura) para fomentar la formación rápida de 2 a 4 ramas madres (caso de Chile para formación en parronal español).

II.1.11.2. Poda de producción

Se realiza en el primer y tercer año en huertos de altas densidades, por ejemplo mayor a 1 250 plantas/ha. Se trata de una poda Invernal dado que la inducción y diferenciación de la yema fructífera ya ocurrió en la temporada pasada, ya está definida la fertilidad de esa yema y, en consecuencia, su largo de corte en el cargador (Cariola, 2004).

- a) Variedades de poda corta (4-5 yemas): Perlette; Red Globe, Princess, Flame; Crimson y Autumn Seedless Tipo "H" desplazada
- b) Variedades de poda media (6-8 yemas): Superior Seedless.; Black Seedless y Crimson Seedless Tipo "T" simple o doble
- c) Variedades de poda larga (8-15 yemas): Thompson y Superior Seedless.

II.1.11.3. Poda en verde

Al controlar la cantidad de follaje (huertos altas densidades, mayor a 1.250 plantas/ha) para evitar emboscamiento, se podrá mejorar fertilidad de cargadores (mayor luminosidad al sarmiento) y mejores condiciones para la de fruta (aireación del racimo, color, menor pudrición) (Plma, 2006).

II.1.12. Hormonas

Las Hormonas involucradas en el proceso fisiológico en la producción de la baya son 5 grupos de reguladores de crecimiento denominados auxinas, giberélinas, citoquininas e inhibidores de crecimiento (ácido abscísico y etileno). Las auxinas motivarían la síntesis de giberélinas, y éstas a su vez permitirían la síntesis de azúcares y aminoácidos (AA) a partir de sacarosa (principal carbohidrato de transporte en frutales).

La disponibilidad de los nutrientes y hormonas y la competencia entre órganos hacen que la relación fruta/hoja sea importante.

Cualquier situación de estrés sea esta por falta o exceso de agua, temperaturas altas o bajas en el suelo, incremento de salinidad, disminución en el crecimiento radicular provocado ya sea por ataques de plagas (nematodos) o enfermedades, poda de raíces, provocará que el sistema radicular envíe la señal hormonal desde la raíces a la parte aérea dando lugar a la caída de la fruta (Fichet, 2004).

Según Palma (2006), describe las siguientes hormonas vegetales:

a. Auxinas

Se producen en el ápice del brote. Su acción regula la síntesis de ácidos nucleicos, conserva la clorofila; regula la dominancia apical y las ramificaciones; estimular la iniciación radicular; influir en el transporte de nutrientes y metabolitos; promover elongación celular, salida de dormancia; estimular formación de callo, inhibir yemas laterales; incrementar la permeabilidad de la pared frente al agua; aumentar

cantidad de solutos celulares para integridad celular. Finalmente las auxinas promueven síntesis de giberélinas, ya sea en el óvulo (partenocárpico o fecundado) y/o en el ovario.

b. Giberélinas

Se sintetizan en todo tejido, especialmente en hojas jóvenes. Su aplicación es para regular la síntesis de ácidos nucleicos, conservar clorofila; inhibir la iniciación de primordios de raíces; acelerar la germinación de semillas y por ende crecimiento de baya; su transporte no es polar, viaja en todas las direcciones en la planta; promover la elongación celular, ayuda al crecimiento de la baya; induce la floración, y tamaño de baya; incrementa la permeabilidad de la pared frente al agua; aumenta cantidad de solutos celulares. Finalmente las giberelinas activas estarían promoviendo la degradación de sacarosa a azúcares más simples y aminoácidos, los cuales son requeridos por el fruto en desarrollo para sus diferentes procesos fisiológicos.

c. citoquininas

Se sintetizan en raíces y frutos, es fundamental su relación con otras hormonas tales como auxinas, influyendo también en los brotes; promueven la división celular y disminuyen la senescencia; su transporte es rápido sólo desde la raíz (xilema), en general son poco móviles, aplicadas exógenamente; regulan la síntesis de ácidos nucleicos, conservan clorofila y proteínas; promueven salida del reposo de la yema invernal y aumentan la cantidad de solutos celulares.

d. Inhibidores del crecimiento

El empleo de estas hormonas tienen varios objetivos según la sustancia que se emplee:

- Ácido Abscísico (ABA)

Su síntesis es en hojas, frutos y ápices de raíces. Existe una correlación directa entre su nivel y la abscisión. El ABA interacciona

con otras fitohormonas, como geberélinas y citoquininas, en el control de la dormancia de yemas y semillas

- **Etileno**

Se sintetiza en cualquier tejido senil y ápices jóvenes donde se produzcan auxinas; provoca inducción de la maduración, promueve engrosamiento de brotes, y genera epinastia y abscisión.

II.1.13. Variedad Italia

Los racimos son de tamaño grande, medio cónicos y bien llenos. Las bayas son grandes, ovaladas, largas, con suave sabor distintivo, de piel regularmente gruesa, pero se lesionan fácilmente. Las hojas son grandes, de cinco lóbulos de profundidad, con un ligero tomento aterciopelado en el envés (**Rodríguez, 1992**).

II.1.14. Enfermedades, plagas y malezas

II.1.14.1. Enfermedades

Desbalance nutricional ya sea por exceso de fertilización nitrogenada (produciendo brotes vigorosos y suculentos) que hacen a la planta más susceptible a ser huésped de enfermedades. Mal manejo de las condiciones hídricas del huerto y presencia de napas freáticas gatillan la manifestación de estos problemas. Climas extremos, muy secos o muy lluviosos predisponen la aparición de enfermedades tales como: Oidio (*Uncinula necator*), mildiu (*Plasmopara viticola*) y moho gris (*Botrytis cinerea*).

Cabe señalar que el oidio afecta a hojas, brotes y frutos y la pudrición por *Botrytis* constituye la principal pérdida comercial en la mayoría de los exportadores de uva fresca a nivel mundial al afectar la condición en post cosecha (Soza, 2005).

II.1.14.2. Plagas

Según Palma (2006), el exceso de fertilización nitrogenada produce crecimientos vigorosos que son atacados por insectos vectores (trips y pulgones) responsables de enfermedades viróticas. También sistemas radiculares débiles son afectados por nematodos, filoxera, margarodes, burritos. Las siguientes plagas son descritas de importancia en la vid:

- Trips europeo (*Drepanothrips reuteri*) – afecta brotes y provoca russet en baya.
- Trips de la flor (*Trips tabaci*) – afecta a flores y provoca russet en baya.
- Trips de california (*Frankliniella occidentalis*) - afecta a la flor y deforma frutos.
- Conchuela grande café (*Parthenolecanium persicae*) – afecta ramas y hojas.
- Conchuela café europea (*Parthenolecanium corni*) – afecta hojas y racimos.
- Chanchito blanco de la vid y chanchito de cola larga (*Pseudococcus affinis* y *P. longispinus*).
- Burrito de los frutales y vides (*Naupactus xanthographus*). – afecta a raíces y hojas.
- Falsa arañita roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) – afecta a yemas y brotes.

II.1.14.3. Malezas

Se tiene que efectuar un control de malezas a través de aplicación de herbicidas, para eliminar competencia. Existen insectos vectores de enfermedades viróticas las cuales utilizan a las malezas como hospederas (trips, pulgones) (Ljubetic, 2004).

II.1.15. Desordenes Fisiológicos

II.1.15.1. Falsa deficiencia de potasio fiebre de primavera

Los síntomas son similares a una deficiencia de potasio pero esta va acompañada de altos niveles de la poliamina putrescina. Se presenta sólo en las primeras hojas del brote al inicio de la temporada, limitado crecimiento foliar e improductividad de yemas. Las causas son primaveras frías, suelos húmedos y deficiencia de potasio (Ruíz, 2000).

II.1.15.2. Partidura de baya “hair line”

Esta fina partidura afecta a la baya que exuda un jugo azucarado que se transmite al resto del racimo. La causas son: humedad libre sobre la piel de la baya, fruta expuesta a la sombra (sin manejo adecuado del follaje para ventilación del racimo), condensación del racimo durante la post cosecha por quiebres de su cadena de frío, desbalance nutricional reflejando fruta débil por exceso de nitrógeno y deficiencia de calcio. Existen investigaciones que muestran este problema durante la post cosecha debido a altas dosis de citoquininas aplicadas (Soza, 2004).

II.1.15.3. Partidura de baya “cracking”

Los síntomas son cortes en la piel, cicatrizadas o abiertas. Las causas son inadecuado manejo hídrico, lluvias cercanas a la cosecha, sensibilidad de variedades según su entorno climático y deficiencia de calcio (Palma, 2006).

II.1.15.4. Palo negro “bunch stem necrosis – BSN”

Los síntomas son humedad, ablandamiento, pardeamiento interno, pérdida de color y azúcar en baya, acompañada de necrosis en el pedúnculo y raquis del racimo. Puede evolucionar este problema a bayas acuosas en su mayoría. Las causas son deficiencia temprana

de Magnesio acompañada más tarde por deficiencia de Potasio y Calcio (pre cosecha); exceso de amonio (N-NH_4^+) fitotóxico (>2.000 ppm N-NH_4^+ en hoja); exceso de vigor; sombra; alta carga e irrigación en post pinta; en resumen, existe un desbalance nutricional (Palma, 2006).

II.1.15.5. Pérdida de color de baya

Las bayas tienen buenos niveles de azúcares, pero ellos no pueden cubrir las necesidades para incrementar la cantidad de pigmentos para el color en la baya. Las causas son: excesivo vigor (parrón sombrío), excesiva producción y deficiencia de potasio (Cariola, 2004).

II.1.15.6. Desbalance nutricional

Los desbalances nutricionales ocurren ya sea por exceso de fertilización nitrogenada (produciendo brotes vigorosos y succulentos), o deficiencias de fósforo, potasio, calcio y boro que afectan reduciendo y debilitando el sistema radicular y de ramas que los hacen más susceptible a ser huésped de enfermedades radiculares de origen fungoso o virótico. Mal manejo de las condiciones hídricas del huerto y presencia de napas freáticas gatillan estos problemas (Palma, 2006)

II.2. Nutrición Mineral

Desde 1877 se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas (Franke, 1986). Johnson (1916) asperjando sus piñas con una solución de sulfato de hierro, logró enverdecer las plantas después de algunas semanas. Esta experiencia tuvo repercusiones con los productores y se empezaron a utilizar sin medida, prácticas de aspersion foliar de algunos micronutrientes.

Los conocimientos actuales acerca del organismo vegetal permiten asegurar que la casi totalidad del mismo (entre el 94% y el 99.5%) se

compone de tan solo tres elementos: carbono, hidrógeno y oxígeno. La mayor parte del carbono y el oxígeno lo obtienen directamente del aire, por fotosíntesis, mientras que el hidrógeno deriva directa o indirectamente del agua del suelo.

Las plantas, sin embargo, no pueden vivir ni desarrollarse solamente sobre la base de aire y agua, sino que contienen y necesitan cierto número de elementos químicos que por lo general, les son proporcionados a expensas de las sustancias minerales del suelo y a través del sistema radicular. Aunque estos elementos constituyen sólo una pequeña porción del peso anhidro de la planta (del 0,6 al 6%), no dejan por ello de ser fundamentales para la planta. Estos elementos que las plantas obtienen del suelo son los que comúnmente limitan el desarrollo de los cultivos. El crecimiento de las plantas, salvo circunstancias excepcionales (sequía, bajas temperaturas, suelos anómalos o enfermedades), no se altera seriamente por una deficiencia de carbono, hidrógeno y oxígeno. Esto justifica la importancia de los nutrientes del suelo y de los elementos que contienen. Lo que explica que sean considerados junto al carbono, oxígeno e hidrógeno, elementos esenciales para su nutrición (Navarro, 2003).

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición de los ectotesmos que se proyectan radialmente en la pared celular. Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja (Franke, 1986).

II.2.1. Elementos Esenciales

II.2.1.1. Criterios de Esencialidad

Según Navarro (2003), las experiencias con soluciones nutritivas han permitido concretar los elementos esenciales para las plantas. Pero el conjunto de todas ellas hicieron ver la necesidad de establecer unos criterios que permitiesen fijar cuando un elemento podía considerarse esencial. Estos criterios fueron establecidos en 1939 por D.I. Arnon y P.S. Stout, y son los siguientes:

- 1º) Un elemento no puede considerarse como esencial a menos que su ausencia haga imposible completar las etapas vegetativas o reproductivas de su ciclo vital.
- 2º) La deficiencia ha de ser específica del elemento en cuestión, y sólo puede ser evitada o corregida mediante suministro de aquel.
- 3º) El elemento ha de estar directamente implicado en la nutrición de la planta, con independencia de sus posibles efectos en la corrección de condiciones desfavorables, químicas o microbiológicas, del medio externo.

Aunque estos criterios han sido aceptados como válidos y plenamente aplicados a todos los seres vivos, algunos investigadores consideran que el segundo criterio no es totalmente correcto. Por ejemplo, en algunas especies se requiere molibdeno para la fijación del nitrógeno por los *Azotobacter*, sin embargo, el molibdeno puede ser sustituido por vanadio.

Situación parecida la ofrece el cloro, elemento reconocido como esencial para el crecimiento de los vegetales superiores, el cual puede ser sustituido, en parte, por el bromo sin que el desarrollo normal de la planta se vea alterado. Según el criterio de Arnon, ni el vanadio, ni el bromo, pueden ser considerados estrictamente esenciales para la nutrición de las plantas.

Otro ejemplo, finalmente está representado por el sodio. Este elemento no está considerado como esencial para todas las plantas, pero se ha demostrado en la práctica que su presencia incrementa el rendimiento en numerosos cultivos. Por tanto, desde el punto de vista económico, el sodio debería ser considerado como esencial.

II.2.1.2. Macro y Micronutrientes Esenciales

Está suficientemente demostrado y admitido que los elementos esenciales para el desarrollo de todas las plantas son dieciséis, y cuatro esenciales sólo para algunas plantas. Todos ellos desempeñan funciones muy importantes, pueden producir en ella graves alteraciones y reducir notablemente el crecimiento. Los elementos químicos se clasifican según sus fuentes, su total o parcial esencialidad y según la magnitud de su utilización por la planta (Navarro, 2003):

Nutrientes Esenciales para las plantas			
Para todas		Para Algunas	
En cantidades relativamente grandes		En cantidades relativamente pequeñas	En cantidades relativamente e pequeñas
Extraídos por lo general del aire, en forma de CO ₂ , o del agua del suelo	De sólidos del suelo	De sólidos del suelo	De sólidos del suelo
1. Carbono 2. Hidrógeno	4. Nitrógeno 5. Fósforo	10. Hierro 11. Manganeso	17. Sodio 18. Silicio

3. Oxígeno	6. Potasio	12. Boro	19. Cobalto
	7. Calcio	13. Molibdeno	20. Vanadio
	8. Magnesio	14. Cobre	
	9. Azufre	15. Cinc	
		16. Cloro	

Junto a los elementos citados, otros como rubidio, estroncio, aluminio y bario, aunque no considerados como esenciales, se aceptan hoy día como beneficiosos para el desarrollo de determinados cultivos, ya que se cree que pueden estimular la absorción o transporte de otros elementos esenciales que se encuentran en proporción limitada, o bien inhibir la absorción de otros que se encuentren en exceso.

De los trece elementos esenciales para todas las plantas obtenidos del suelo, seis son requeridos relativamente en grandes cantidades: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio, y se designan con el nombre de macronutrientes o elementos primarios. Por ello, el crecimiento de la planta puede reducirse notablemente cuando hay escasez de ellos en el suelo; porque resulten asimilables muy lentamente o porque no mantengan en equilibrio adecuado con los otros elementos esenciales. Estas limitaciones se presentan frecuentemente en el caso del nitrógeno y del fósforo.

Los otros elementos: hierro, manganeso, cobre, cinc, boro, molibdeno y cloro, son utilizados por las plantas superiores en muy pequeñas cantidades y en consecuencia, son llamados micronutrientes, elementos vestigiales, trazas, raros, menores y, más corrientemente, oligoelementos (Navarro, 2003).

II.2.1.3. Origen y formas de los elementos esenciales

Las sales minerales son las suministradoras de los elementos nutritivos que las plantas requieren para el desarrollo de su ciclo vital. Proceden de las rocas de la litosfera, las cuales, y a través de mucho

tiempo, se van degradando lentamente hasta convertirse en compuestos solubles.

El nitrógeno no es constituyente de las rocas. Su presencia en el suelo y en las aguas naturales se debe a la descomposición de diversos compuestos orgánicos nitrogenados, de origen animal o vegetal, a la fijación del nitrógeno atmosférico por determinados microorganismos o en menor proporción al arrastre por lluvias del fijado por descargas eléctricas. En el agua del suelo, estos compuestos se disocian en mayor o menor grado en cationes y aniones, pudiendo mantenerse libres en la disolución o adherirse sus cargas eléctricas a las partículas coloidales.

En el suelo existen, por lo tanto dos fuentes generales de nutrientes fácilmente asimilables por la planta. Por una parte, nutrientes adsorbidos por los coloides, y por otra los que forman parte de la disolución del suelo. En ambos casos, los elementos esenciales están presentes como iones, pero con la particularidad de que los cargados positivamente (cationes) son adsorbidos por los coloides en su mayor parte, mientras que los cargados negativamente (aniones), y una pequeña fracción de cationes, se hallan en la disolución del suelo.

Esta reserva alimenticia, fácilmente asimilable por la planta, desde el punto de vista cuantitativo es muy pequeña en comparación con la cantidad total inasimilable, pero también presente en el suelo. Casi el 98% de los bioelementos del suelo se encuentran formando parte de restos orgánicos, materiales húmicos, compuestos inorgánicos difícilmente solubles o minerales, sin embargo, representan una reserva nutritiva, que va siendo preparada lentamente por meteorización o mineralización del humus. En su forma asimilable, solo el 2%, aproximadamente se presenta adsorbido a las partículas coloidales del suelo, y menos del 0.2% en su disolución. Las formas

de los elementos esenciales utilizados por las plantas se presentan de forma iónicas (Navarro, 2003):

Macronutriente		Micronutriente	
Carbono	CO_3^{-2}, CO_3H^{-}	Hierro	Fe^{+2}, Fe^{+3}
Hidrógeno	H^{+}	Manganeso	Mn^{+2}, Mn^{+4}
Oxígeno	OH^{-}	Boro	$BO_3H_2^{-}, BO_3H^{-2}$
Nitrógeno	$NH_4^{+}, NO_2^{-}, NO_3^{-}$	Molibdeno	MoO_4^{-2}
Fósforo	$PO_4H_2^{-}, PO_4H^{-2}$	Cobre	Cu^{+}, Cu^{+2}
Potasio	K^{+}	Cinc	Zn^{+2}
Azufre	SO_3^{-2}, SO_4^{-2}	Cloro	Cl^{-}
Calcio	Ca^{+2}		
Magnesio	Mg^{+2}		

II.2.2. Absorción de los Elementos Nutritivos

Las plantas adquieren sus nutrientes esenciales para su desarrollo a través de las hojas y de las raíces. El dióxido de carbono es absorbido a través de los estomas, y es la fuente principal suministradora de carbono y oxígeno. El agua y los restantes elementos químicos que generalmente se incorporan a la planta por sus raíces también pueden ser absorbidos por las hojas. Las aplicaciones por vía foliar de estos últimos pueden ser utilizadas cuando surgen deficiencias que requieren ser subsanadas de forma inmediata.

La absorción de los elementos nutritivos por las plantas se efectúa mayoritariamente por medio de las raíces jóvenes, al nivel de los pelos radiculares. Durante el periodo de actividad de la planta se desarrollan de una manera continua, y están continuamente renovándose, ya que su vida es muy corta, tan solo de varios días. A medida que la raíz se alarga, se va incrementando su número, con lo que se amplía el contacto de la planta con nuevas partes del suelo. En condiciones normales pueden llegar a alcanzar una cifra de 200 – 300 pelos por

milímetro cuadrado, lo cual representa una gran superficie en la captación de nutrientes.

Aparte de la función absorbente que realizan estas raicillas, segregan sustancias dotadas de cierto carácter ácido que les permite solubilizar en parte, compuestos difícilmente solubles, situados en sus cercanías: fosfatos, carbonatos, óxidos de hierro y manganeso, etc. Esta acción solubilizante, en la que también participa el dióxido de carbono producido durante la respiración radicular hace que la planta disponga de mayores posibilidades para su alimentación (Navarro, 2003).

II.2.2.1. Factores que Influyen en la Absorción Mineral

Según (Navarro (2003), existe un amplio número de factores que influyen en la absorción de los elementos nutritivos para las plantas y en consecuencia, en su composición posterior. Todos ellos están íntimamente relacionados entre sí, por lo cual es muy difícil concretar la verdadera influencia de cada uno por separado. No obstante, y de forma general admitiendo una cierta constancia de los demás frente a cada uno en particular, puede darse una suficiente información. Pueden Clasificarse en tres grupos, según su relación con el suelo, con la planta o con las condiciones climáticas:

a. Relacionados con el Suelo.

▪ Textura

Los suelos de textura fina presentarán debido a la gran superficie de sus partículas constituyentes, mayores posibilidades de contacto con los pelos absorbentes que los de textura gruesa. Otro aspecto, una mayor facilidad de actuación de los agentes de alteración con liberación de nutrientes asimilables a la disolución del suelo o al complejo adsorbente coloidal.

▪ **Porcentaje de oxígeno en el aire del suelo.**

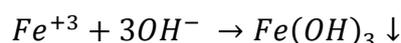
La absorción mineral se inhibe por la ausencia de oxígeno en el aire del suelo. Por ello, no sólo es importante un porcentaje adecuado de oxígeno, sino también lo es la proporción en la que se difunde para mantener una conveniente presión parcial en la superficie de la raíz. A medida que la atmósfera se enriquece en oxígeno, la absorción aumenta, al igual que la respiración.

Las intensidades máximas de absorción varían según la planta, y son fiel reflejo de su adaptación al medio. En general, las raíces no empiezan a reducir su absorción hasta valores inferiores del 10% de oxígeno en el medio.

▪ **pH del Suelo.**

La reacción del suelo afecta generalmente a la absorción por su influencia en el estado de asimilación del nutriente, o en la cantidad del mismo disponible. Los casos más representativos de esta influencia son: inhibición o bloqueo, precipitación recíproca y volatilización.

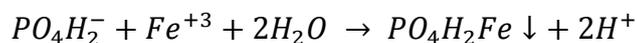
La inhibición se produce a determinados valores de pH, en los que el elemento debido a sus características físico-químicas se transforma en inasimilable al pasar a formar parte de un compuesto insoluble. Este es el caso, por ejemplo, del hierro, manganeso y cobre, los cuales a pH básico precipitan, originando hidróxidos insolubles:



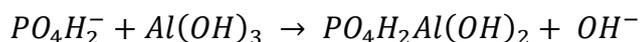
La precipitación recíproca es un proceso químico de doble precipitación. Es la que se presenta en suelos ácidos, ricos en hierro o aluminio, en donde el fósforo soluble en estado de $PO_4H_2^{-}$

precipita con Fe^{+3} y Al^{+3} , o con sus hidróxidos correspondientes.

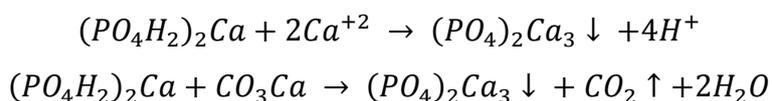
En condiciones de alta acidez, la reacción que se produce es:



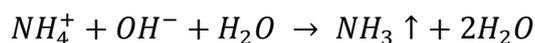
Mientras que si las condiciones del suelo son de baja acidez, la reacción será:



O bien en suelos calizos, básicos, cuando se adicionan al suelo fertilizantes fosfatados solubles:



La volatilización se presenta específicamente en el nitrógeno. Cuando los fertilizantes amónicos se aplican a la superficie de suelos cálidos y básicos la absorción del nutriente puede reducirse notablemente por pérdidas de amoniaco:



Menos directa, pero también importante es la influencia sobre las actividades de los microorganismos del suelo. Algunas de estas pueden quedar en determinadas condiciones de pH, inhibidas o paralizadas. Tal es el caso de nitrificación a pH ácidos, lo cual origina una menor absorción del nutriente.

▪ **Interacciones iónicas**

Los elementos nutritivos en estado de iones pueden ejercer los unos sobre los otros, acciones que conducen a reducir o aumentar su absorción por la planta, mediante mecanismos no totalmente establecidos, de naturaleza físico-química, química o biológica. Estas interacciones se conocen respectivamente como antagonismos y sinergismos.

Hay antagonismo entre dos iones A y B, cuando manteniéndose constante A en el medio, el ión B tiende a inhibir la absorción de A, si su concentración aumenta en dicho medio. El efecto llega a ser máximo, cuando la concentración de B llega a ser mayor que la de A.

Los principales antagonismos que se presenta en la nutrición de las plantas cultivadas se observan entre: sodio/calcio, potasio/calcio, potasio/magnesio y calcio/magnesio.

El sinergismo se puede definir como la acción exitante que produce un elemento A sobre la absorción de otro B, contribuyendo ambos a favorecer o aumentar el desarrollo de la planta.

b. Relacionados con la Planta.

▪ Naturaleza de la planta.

Las plantas difieren unas de otras en su poder de absorción. Plantas distintas cultivadas en un mismo suelo pueden tener una alimentación mineral diferente, tanto bajo el punto de vista cualitativo como cuantitativo. E incluso variedades distintas de una misma especie vegetal no actúan del mismo modo. El análisis de cultivos asociados de leguminosas y gramíneas, por ejemplo, pone de manifiesto que las leguminosas son siempre más ricas en nitrógeno, calcio y magnesio, mientras que las gramíneas absorben más fácilmente potasio. En el trigo está perfectamente demostrado que, con la misma productividad, los de primavera tienen exigencias superiores a los de otoño. Y en el caso de la remolacha está comprobado que la azucarera, cuando se cultiva seleccionada, presenta unas menores necesidades de sustancias minerales para la elaboración de 100 Kg de azúcar.

▪ **Fase de desarrollo**

Las plantas jóvenes absorben rápida e intensamente los elementos minerales. Su proporción, referida a materia seca, es entonces máxima, después disminuye aunque la absorción prosigue durante el crecimiento, debido al predominio creciente de los glúcidos que se van sintetizando.

Las plantas jóvenes suelen ser por ello corrientemente utilizadas para determinar los elementos asimilables del suelo, y para la caracterización de las deficiencias minerales que, generalmente pueden presentarse en los cultivos.

c. Relacionados con las Condiciones Climáticas

▪ **Temperatura**

Dentro de los límites fisiológicos (0 – 40°C), un aumento de la temperatura provoca una mayor absorción de iones. Ello puede atribuirse, entre otras causas, a que la disolución del suelo tiende a estar más concentrada. Sin embargo, cuando se superan los 40°C, la absorción se va paralizando, debido posiblemente a la deshidratación de los enzimas que intervienen directamente en el proceso, o bien porque se inhibe la síntesis de algún componente indispensable.

Las temperaturas bajas, por el contrario, aparte de provocar una disminución en la solubilidad de los componentes de la disolución del suelo, dificultan muchas reacciones bioquímicas químicas que intervienen en el transporte de los nutrientes hacia el interior de las plantas.

▪ **Humedad**

Se incrementa la absorción mineral al aumentar dentro de unos límites, la humedad del suelo. Teniendo en cuenta que el agua es requerida por las plantas para la producción de glúcidos, para

mantener la hidratación del protoplasma y como vehículo para el traslado de los nutrientes absorbidos por la raíz. Estos procesos tienen a reducirse al disminuir la humedad del suelo, y ello explica aparte de la lixiviación, el mayor agotamiento de las reservas del suelo en climas húmedos.

▪ **Luz**

La luz no tiene sobre la nutrición mineral más que un efecto indirecto. Un aumento de la iluminación produce un incremento de las reservas carbonadas y de la transpiración. Por consiguiente, tiende a favorecer.

II.2.3. Rol de Nutrientes

Un adecuado programa de manejo nutricional solo puede ser realizado cuando hay una clara comprensión de los principales roles de todos los nutrientes. Especial atención es considerar al potasio y calcio, los cuales han mostrado ser elementos en todas nuestras demostraciones de trabajo de campo para mejorar rendimiento y calidad. Sin embargo, es importante considerar todos los nutrientes para un programa nutricional balanceado.

II.2.3.1. Potasio

Según Palma (2006), los roles esenciales del potasio en uva de mesa están directamente relacionados a la calidad y cantidad. Incremento de los niveles de potasio mejorarán el comportamiento de la planta. Potasio es el más importante nutriente que afecta el calibre y la calidad de la fruta.

Los esenciales roles del potasio son encontrados al promover la producción de proteínas, fotosíntesis e intensificar el transporte y almacenamiento de asimilados (carbohidratos) desde la hoja al “sink

fisiológico” que es el fruto. Un adecuado abastecimiento de potasio será capaz de sustentar la función foliar durante el crecimiento frutal y contribuir en un efecto positivo del potasio sobre rendimiento y alto contenido de sólidos solubles (más azúcar) en el fruto al momento de la cosecha

La acción del potasio sobre la síntesis de la proteína acentúa la conversión de nitrato absorbido dentro de la proteína contribuyendo a una mejor eficiencia del nitrógeno suministrado.

En resumen, el rol de Potasio en uvas es:

- El K^+ promueve la producción de proteínas (rápida conversión a proteína).
- El K^+ promueve la fotosíntesis (mayor CO_2 asimilado, mayor azúcar).
- El K^+ intensifica el transporte y almacenamiento de asimilados (desde la hoja al fruto).
- El K^+ prolonga e intensifica los períodos de asimilación (más alta calidad frutal).
- El K^+ mejora la eficiencia de fertilizantes nitrogenados.
- El K^+ regula la abertura y cierre de estomas (células de guarda).
- El K^+ es el responsable por la síntesis de pigmentos tales como caroteno.

II.2.3.2. Calcio

Calcio tiene tres funciones principales en la planta. Calcio es esencial para la pared celular y estructura de la planta. Cerca del 90 % del calcio es encontrado en la pared celular, donde actúa como un factor de cohesión celular en la pared manteniendo la estructura en tejidos promoviendo la producción de proteínas (rápida conversión a proteína).

Esto mantiene la integridad de la membrana celular (el pectato de calcio es el elemento cementante de la lámina media de la pared primaria de la célula). Esto es importante para el correcto funcionamiento del mecanismo de disponibilidad como también para evitar o prevenir desintegración a través de salida de elementos fuera de la célula.

Calcio es también la base de mecanismo de defensa de la planta que ayudaría a detectar y reaccionar frente a situaciones de estrés externas. Ambos roles, en la defensa de la planta y sobre la firmeza del tejido, son importantes para resistir ataques de patógenos que producen pudriciones durante el almacenamiento de la fruta.

El calcio presenta las siguientes características dentro de la planta:

- Calcio se mueve muy lento a través del flujo del agua; es prácticamente inmóvil en el flujo floemático.
- Calcio se acumula en hojas viejas.
- Antagónico al Potasio y Magnesio (competencia iónica).

Ya que aplicaciones foliares de Nitrato de Calcio al 1%, durante 10 días antes de la cosecha produce en post cosecha (almacenamiento refrigerado) los siguientes efectos

- Alta firmeza de piel de baya.
- Menor pérdida en peso de baya.
- Menores pérdidas por desgrane.
- Menor pérdida por pudriciones.

II.2.3.3. Síntomas de Deficiencia de los Elementos Esenciales

Elemento	Función en la planta	Forma principalmente absorbido	Síntomas de su deficiencia
Carbono	Constituyente de carbohidratos, proteínas y ácidos grasos. Indispensable en la fotosíntesis (Marschner 1995)	Se obtiene del aire (gas)	Generalmente no se presenta debido a la abundancia de CO ₂ en el aire. Sin embargo, en el caso de presentarse, su deficiencia limitaría el crecimiento y desarrollo vegetal (Marschner 1995).
Hidrógeno	Mantiene el balance osmótico, es importante en numerosas reacciones bioquímicas y hace parte de carbohidratos, proteínas y ácidos grasos (Marschner 1995).	Se obtiene del agua o de otros compuestos iónicos	No es un elemento limitante por su abundancia (Marschner 1995).
Oxígeno	Constituyente de carbohidratos, proteínas y ácidos grasos. Es requerido para la respiración (Marschner 1995).	Se obtiene del agua y del aire	Si el suministro de oxígeno se restringe, eventualmente los tejidos pueden morir. En el caso de raíces, la ausencia de oxígeno causa colores café y luego pudrición (Marschner 1995).
Nitrógeno	Constituyente de cada uno de los aminoácidos, es decir, presente en cada proteína. También hace parte de la molécula de	NO_3^- y NH_4^+	Por su gran movilidad, los primeros síntomas se observan en hojas maduras. Su deficiencia causa falta de turgencia y cambios de color

	<p>clorofila y de los ácidos nucleicos. El nitrógeno estimula el crecimiento de tallos y hojas. Además estimula la producción de proteínas en frutas y granos, y ayuda a que la planta utilice otros nutrientes como fósforo y potasio (Kovacik <i>et ál.</i> 2007).</p>		<p>en las hojas, las cuales primero se tornan verde claro, luego presentan clorosis y finalmente mueren; los sistemas radicales se ven reducidos (Suzuki <i>et al</i>, 2003).</p> <p>Otros síntomas que pueden presentarse son acumulación de compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas y cumarinas (Kovacik <i>et ál.</i> 2007)</p>
Fósforo	<p>Constituyente de coenzimas, ácidos nucleicos y sustratos metabólicos.</p> <p>Hace parte del nucleótido más importante en la obtención de energía celular, el ATP.</p> <p>Promueve el desarrollo radical, y ayuda a desarrollar resistencia a enfermedades (Xiang-wen <i>et ál.</i> 2008)</p>	$H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-}	<p>Es uno de los nutrientes más limitantes en el crecimiento y desarrollo de la planta junto con el Nitrógeno.</p> <p>En general, hojas, tallos y peciolo maduros se observan de color verde oscuro o azulado o pueden ser morados. Las hojas pueden verse enrolladas. Las plantas tienen un desarrollo lento, la floración se demora, el sistema radical es pobre y las plantas son bastante susceptibles a infecciones.</p>

<p>Potasio</p>	<p>Importante en fotosíntesis, traslocación de carbohidratos y síntesis de proteínas.</p> <p>Es un catalizador o activador de ciertas enzimas, participa en la osmorregulación y también en el mantenimiento del potencial de membrana (Pyo <i>et ál.</i> 2010).</p> <p>Implicado en el control del turgor de las células guarda estomáticas (Gierth y Mäser 2007).</p>	<p>K^+</p>	<p>En su ausencia, inicialmente se observa en las hojas maduras clorosis marginal e intervenal, enrollamientos, hojas arrugadas y brotes muy cortos.</p> <p>En general, la planta con déficit de potasio se observa débil, con un sistema radical pobre, y con muy baja tolerancia a situaciones de estrés o ataques de enfermedades. La deficiencia estomática implica reducción de las tasas de transpiración e intercambio de gases (Gierth y Mäser 2007)</p>
<p>Calcio</p>	<p>Hace parte de las paredes celulares, tiene una función importante en la estructura y permeabilidad de las membranas.</p> <p>Es un activador de las enzimas amilasa y ATPasa.</p> <p>En árboles, el contenido de Calcio está relacionado con la calidad y resistencia de la madera (Littke y Zabowaki 2007)</p>	<p>Ca^{2+}</p>	<p>Los síntomas de su deficiencia se observan inicialmente en hojas jóvenes dado su baja movilidad.</p> <p>En general, se observan meristemas apicales deformados, pequeños o sin crecimiento; las yemas en forma de gancho, los brotes del tallo o de flores se caen y en las hojas maduras se presenta clorosis marginal y pérdida de turgor (Littke y Zabowaki 2007).</p>

<p>Magnesio</p>	<p>Es el componente principal de la clorofila.</p> <p>Combinado con ATP o ADP actúa como activador de enzimas que usan dos sustratos (Marschner 1995).</p>	<p>Mg^{2+}</p>	<p>Cuando este elemento se encuentra en bajas concentraciones, la producción de clorofila disminuye, lo que se traduce en clorosis intervenal y finalmente necrosis.</p> <p>En las hojas maduras se presentan primero los síntomas, ellas se tornan quebradizas y enrolladas (Marschner 1995).</p>
<p>Azufre</p>	<p>Es parte integral de los aminoácidos cisteína y metionina.</p> <p>Constituye parte importante de los puentes disulfuro, y por tanto de la conformación de la estructura de las proteínas (Marschner 1995).</p>	<p>SO_4^{2-}</p>	<p>Un descenso en el contenido de azufre causa reducción en la síntesis de proteínas y de todas las moléculas que dependen de este elemento.</p> <p>Así, las hojas jóvenes presentan clorosis, las raíces y los tallos diámetros menores a los normales, pero de mayor longitud. En general, un sistema radical débil pero invasivo y tallos rígidos y quebradizos (Marschner 1995).</p>

Boro	<p>Importante en la translocación de azúcares y carbohidratos.</p> <p>Sus funciones principales se relacionan con el normal desarrollo de la pared celular, la división celular y el desarrollo de frutas y semillas (Marschner 1995).</p>	H_3BO_3 y $H_2BO_3^-$	<p>Su deficiencia causa tallos y peciolos quebradizos, con crecimiento anormal y de color blanquecino. Las hojas jóvenes se presentan primero delgadas y curvadas. El programa reproductivo se ve retrasado o inhibido, y si hay frutos, éstos debido a la deficiencia se pudren con facilidad (Marschner 1995)</p>
Cloro	<p>Está implicado en el mantenimiento del turgor y el crecimiento de las células en situaciones de estrés hídrico (Marschner 1995).</p>	Cl^-	<p>Las hojas más maduras se vuelven cloróticas y finalmente necróticas, con un área foliar reducida. Es común el marchitamiento y el atrofiamiento del crecimiento de la planta, además de una reducción en la tasa de transpiración (Marschner 1995).</p>
Cobre	<p>Está implicado en la síntesis de clorofila. Es constituyente de la plastocianina, que funciona en la transferencia de electrones y de proteínas con actividad oxidasa. Está implicado en la síntesis de ADN y ARN (Marschner 1995).</p>	Cu^{2+}	<p>Los síntomas de su deficiencia incluyen acortamiento de entrenudos, hojas nuevas que crecen atrofiadas, enanas o retorcidas, débiles y de color verde oscuro, con puntos necróticos. El sistema radical también se presenta</p>

			atrofiado, y la floración y fructificación se reducen dramáticamente (Marschner 1995).
Hierro	Es un catalizador involucrado en la activación de enzimas necesarias en las reacciones de oxidoreducción y transferencia de electrones y actúa como transportador de oxígeno. Además actúa como cofactor en la síntesis de clorofila y en el correcto funcionamiento de otras enzimas importantes como catalasa, peroxidasa, ferredoxina y citocromos (Marschner 1995).	Fe^{2+} y Fe^{3+}	Los primeros síntomas incluyen clorosis intervenal y amarillamiento o blanqueamiento de las láminas foliares de las hojas jóvenes. En casos de deficiencia severa, se observan manchas angulares café intervenales y en los márgenes de las hojas un color café oscuro con una apariencia de quemadura. Estos síntomas pueden presentarse en una rama o en la planta entera (Marschner 1995).
Manganeso	Está implicado en la activación de enzimas que son catalizadores importantes de la reducción de carbohidratos, formación de clorofilas, y síntesis de DNA y RNA. Está directamente implicado en la producción de oxígeno durante la fotosíntesis.	Mn^{2+}	La clorosis intervenal es evidente y similar a la observada en deficiencia de magnesio, zinc o hierro. En casos severos, se presentan puntos necróticos y caída de hojas; la formación de flores se reduce o se detiene (Shenker <i>et ál.</i> 2004).

<p>Molibdeno</p>	<p>Está implicado en la fijación de nitrógeno, en la transformación de nitrato a amonio, y en el metabolismo de carbohidratos (Marschner 1995).</p>	<p>MoO_4^{2-}</p>	<p>La clorosis intervenal, que se presenta por esta deficiencia, suele confundirse con la producida por bajos niveles de nitrógeno, adicionalmente se observan manchas y algunas veces enrollamientos en los bordes de las hojas (Marschner 1995).</p>
<p>Zinc</p>	<p>Este elemento es un activador de enzimas que están implicadas en la regulación de varios procesos metabólicos, como la síntesis de DNA, RNA, proteínas, algunas hormonas (Kalaycia <i>et ál.</i> 1999)</p>	<p>Zn^{2+}</p>	<p>En general, los síntomas incluyen un crecimiento atrofiado y acortamiento de entrenudos. Las hojas se tornan amarillas o cafés, típicamente otoñales y con menor área foliar. El sistema radical presenta anomalías, así como los tallos. Las deficiencias de Zinc pueden inducir elevados niveles de fósforo, nitrógeno, cobre o hierro (Kalaycia <i>et ál.</i> 1999).</p>

II.3. Nutrición Foliar

II.3.1. Mecanismo de Absorción

El proceso de absorción de nutrientes comienza con la aspersión de gotas muy finas sobre la superficie de la hoja de una solución acuosa que lleva un nutriente o nutrientes en cantidades convenientes. La hoja está cubierta por una capa de cutina que forma una película discontinua llamada cutícula, aparentemente impermeable y repelente

al agua por su naturaleza lipofílica. La pared externa de las células epidérmicas (debajo de la cutícula), consiste de una mezcla de pectina, hemicelulosa y cera, y tiene una estructura formada por fibras entrelazadas. Dependiendo de la textura de éstas es el tamaño de espacios que quedan entre ellas, llamados espacios interfibrilares (100 Å), caracterizados por ser permeables al agua y a sustancias disueltas en ella. Después de esta capa se tiene al plasmalema o membrana plasmática, que es el límite más externo del citoplasma. El plasmalema consiste de una película bimolecular de lipoides y está parcial o totalmente cubierto de una capa de proteína. Las moléculas de lipoides, parcialmente fosfolipoides, tienen un polo lipofílico y un polo hidrofílico; se supone que a través de estos lipoides hidrofílicos penetran los nutrientes. Estos lipoides se pueden prolongar radialmente hacia la pared epidérmica, y se conocen como ectodesmos o cordones lipoides que facilitan en gran medida la penetración de los nutrientes (García y Peña, 1995). Franke (1986), afirma que al ser aplicado el nutriente por aspersión, éste se difunde por los espacios interfibrilares en la pared de las células epidérmicas (difusión), o bien, vía intercambio iónico a través de ectodesmos (ectoteichodes), hasta llegar al plasmalema, lugar donde se lleva a cabo prácticamente una absorción activa como en el caso de la absorción de nutrientes por las raíces. En esta absorción activa participan los transportadores, que al incorporar el nutriente al citoplasma de la célula, forman metabolitos que son posteriormente translocados a los sitios de mayor demanda para el crecimiento y rendimiento de la planta. Por lo tanto, la absorción foliar de nutrientes se lleva a cabo por las células epidérmicas de la hoja y no exclusivamente a través de los estomas como se creyó inicialmente. De aquí la importancia de hidratar la cutícula de la hoja con surfactantes para facilitar la penetración del nutriente. Este proceso, descrito brevemente, ha sido cotejado actualmente mediante el uso de algunos trazadores isotópicos.

II.3.2. Factores que influyen en la Fertilización Foliar

Para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. En relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se ha de tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas. (Kovacs, 1986).

a. Relacionados con la formulación foliar

▪ pH de la Solución.

La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja. Soluciones de pH ácido favorecen la absorción de fósforo y esta absorción es mayor con el ion acompañante Na^+ , NH_4^+ que con el K^+ (Reed y Tukey, 1978).

▪ Surfactantes y adherentes

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora (Leece, 1976).

▪ **Presencia de sustancias activadoras**

Actualmente se están haciendo estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrimentos por aspersión foliar. Los ácidos húmicos actúan como activadores y la urea también desempeña la misma función en la absorción de fósforo. Parece que la urea dilata la cutícula y destruye las ceras sobre la superficie de la hoja, facilitando la penetración del nutrimento (Malavolta, 1986).

▪ **Nutrimento y el ion acompañante en la aspersión.**

La absorción de nutrimentos está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja, y la valencia del ion influye en este intercambio. Los iones K^+ y NH_4^+ requieren sólo de un H^+ en el intercambio, mientras que el Ca^{2+} y el Mg^{2+} requieren de dos H^+ ; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño. En el caso del fósforo, el amonio lo estimula en su absorción más que el Na^+ o K^+ (Fregoni, 1986).

▪ **Concentración de la Solución**

La concentración de la sal portadora de un nutrimento en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar. La concentración de la urea que debe utilizarse de una especie a otra varía mucho (Franke, 1986).

b. Relacionados al Medio Ambiente

▪ Temperatura

La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar. El fósforo en las hojas de frijol se absorbe en mayor cantidad a 21 °C que a 14 o 25 °C (Jyung y Wittwer, 1964).

▪ Luz, Humedad Relativa y Hora de Aplicación

Estos tres factores deben de tomarse en cuenta en la práctica de fertilización foliar. La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica. Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja. Este último factor está relacionado con la hora de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región (Swietlik y Faust, 1984).

c. Relacionados con la Planta

▪ Edad de la planta y hoja.

La aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersión foliar y desde luego deben de tener un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo. Entre especies también hay diferencias, y posiblemente esta diferencia esté fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización y/o lignificación de las hojas. A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, habrá menor facilidad de absorción del nutrimento (Swietlik y Faust, 1984).

II.3.3. Respuesta de los Cultivos a la Fertilización Foliar

Varios trabajos de fertilización foliar han demostrado su bondad en la respuesta positiva de los cultivos. Sin embargo, los incrementos de rendimiento por el uso de esta práctica han sido muy variables. En un ensayo de fertilización edáfica y foliar sobre el desarrollo y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Giskin *et al.* (1984) reportaron un incremento en número de vainas de 43 %, en número de semillas 13 % y en peso de grano 10 %, al completar la dosis con 15, 20 y 25 % de fertilización foliar, comparado con 100 % de fertilización edáfica.

La eficiencia de aprovechamiento de un nutrimento se eleva al ser aplicado foliarmente. Así lo demostró Chonay (1981) al fertilizar el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al suelo y follaje. Al aplicar 30 kg de nitrógeno como urea al suelo, cada kg de nitrógeno incrementó 2,9 kg de grano, mientras que aplicando foliarmente la misma cantidad de nitrógeno como urea a 4 %, hubo un rendimiento de 24,5 Kg de grano por cada Kg de nitrógeno aplicado, aumentando 8,5 veces la eficiencia en el aprovechamiento del nutrimento. La aplicación de 30 Kg de nitrógeno al follaje en el llenado de grano fue mucho más eficiente (42,4 Kg de grano por cada Kg de nitrógeno) que la aplicación de esa misma cantidad de nitrógeno al follaje antes de la floración. Pérez (1988) reportó un incremento promedio de 17,7 % al aplicar tres aspersiones de Nitrógeno-Fósforo-Potasio foliarmente a partir de una fórmula con 21 % de Nitrógeno, 3 % de Fósforo, 3 % de Potasio, y 26,7 % más elementos menores. Esto indica una respuesta a la aplicación foliar de elementos menores.

La fertilización foliar también se ha utilizado para acelerar el proceso fisiológico de algunos árboles frutales, como en el caso del mango. Osuna (1998) reporta que con aplicaciones de nitrato de potasio al 4% o nitrato de amonio al 2% aplicados foliarmente, aceleran la brotación de yemas florales en comparación al testigo, que influye en un adelanto en la cosecha de fruta ganando mejores precios en el mercado.

II.3.4. Fertilizantes Foliares

II.3.4.1. KMBC – 27

Según la Corporación Bioquímica Internacional (2008), es un producto líquido destinado para corregir deficiencias de Nitrógeno, Calcio, Potasio, Magnesio y Boro. Se aplica foliar ó fertirrigación. Cicatriza microlesiones por factores abióticos y regula el agua y procesos de respiración y metabolismo de azúcares.

DOSIS

Cultivo	Dosis	L/ha de agua
Vid	3 – 4 L/ha	200 L

II.3.4.2. BASFOLIAR QUALITÄT

Según COMPO EXPERT GmbH (2010), es un fertilizante foliar líquido con múltiples nutrientes, potenciador de la firmeza y calidad de frutos y hortalizas.

DOSIS

Cultivo	Dosis	Época de Aplicación	L/ha de agua
Vid	3 L/ha	Preventivo: 1 ^{ra} con bayas de 10 – 12 mm 2 ^{da} con bayas de 14 mm 3 ^{ra} a inicio de pinta	1 ^{ra} : 1,000 – 1,200 L 2 ^{da} : 1,000 – 1,200 L 3 ^{ra} : 1,000 – 1,200 L
	5L/ha	Curativo: Aplicar a inicio de palo negro, repetir cada 10 días hasta detener el problema	1,000 – 1,200 L

II.4. Palo Negro

El Palo negro, baya acuosa, desecamiento de raquis o anillado del pedicelo son nombres sinónimos de un desorden fisiológico que afecta la calidad de la uva de mesa y de vino, tanto en Chile como en otros países productores de vides. En parrones afectados las pérdidas de producción pueden alcanzar hasta el 40% de los racimos.

Las bayas blandas y acuosas resultan de la interrupción del flujo de carbohidratos hacia las bayas, cuyo desarrollo se ve afectado por la necrosis del raquis o parte de él. Debido a que no se han identificado causas patológicas, se piensa que el palo negro corresponde a un desorden fisiológico (Ibacache, 2006).

En la actualidad, las medidas de control se basan principalmente en aplicaciones foliares en torno al envero (pinta), de productos que contienen Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y mezclas de ellos, principalmente. Normalmente las aplicaciones se clasifican como preventivas o curativas, pero en la mayoría de los casos esta diferenciación depende de la aparición o no del desorden fisiológico (Rodrigo, 2005).

En general se ha observado que las bayas afectadas presentan menor crecimiento, menor contenido de azúcar, altos niveles de Nitrogeno amoniacal y putrescina; menor contenido de K^+ , mayor acidez titulable, menor pH y mayor concentración de ácido tartárico (Christensen y Boggero, 1985; Morrison y Iodo, 1990, Ruiz y Moyano, 1994, Fregoni, 1999).

II.4.1. Síntomas

Según Hifny y Alleweldt (1972), estiman que la inducción del desorden ocurre 14 a 21 días antes de la expresión externa del problema. Los síntomas se inician como pequeños puntos negros (1-2 mm) levemente hundidos y secos bien delimitados en los pedicelos, que se van

expandiendo hasta producir una necrosis parcial o total del raquis, pedúnculos y pedicelos, dependiendo de la severidad. Las bayas van adquiriendo una característica acuosa, blanda y agria, y a medida que avanza la temporada se deshidratan. La manifestación de los síntomas puede aparecer en distintos sectores del viñedo y de una misma parra (Rodrigo, 2005).

II.4.2. Causas

Según Ibacache (2006), la causa es desconocida, las hipótesis más planteadas como posible explicación son el desbalance nutricional entre potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}) y la intoxicación con compuestos intermediarios del metabolismo del nitrógeno (amonio y putrescina).

Algunas hipótesis que pretenden explicar las causas de la generación de este desorden fisiológico, sin embargo, en la práctica las hipótesis se entrelazan, dificultando la determinación del peso individual que tiene cada una de ellas en la generación del problema. Entre las principales se señalan:

a) Desequilibrio hormonal:

Competencia entre el racimito y el brote, enmarcado dentro de los procesos de inhibición correlativa (Callejas, 1999), afectando adicionalmente la buena vascularización del raquis y pedicelo de las bayas (Lang *et al.*, 1994). Un alto vigor provocaría una mayor presencia de auxinas en los brotes respecto de la baya, situación que induciría una degeneración de la pared celular y con esto la desorganización del plasma. Adicionalmente, el menor transporte de auxinas en forma basipolar, provocaría un menor desarrollo del sistema vascular del racimo en general. Una carencia local de Ca^{2+} y Mg^{2+} favorecería este proceso (Sach, 1981; Aloni, 1987).

b) Desequilibrio osmótico

En torno al envero, la baya se va cubriendo de una capa de cera, disminuyendo su tasa transpiratoria en comparación con el raquis. Inicialmente la presión osmótica es superior en el raquis, invirtiéndose el efecto al momento de la acumulación de azúcares por parte de la baya, órgano que tendería a sacar agua desde el raquis provocando el desequilibrio en esta parte del racimo. Por otra parte, el colapso del xilema del pedicelo de las bayas y la alta tasa transpiratoria que sigue presentando el brote, incrementa la predisposición al desorden fisiológico, por la alta movilidad xilemática del Ca^{2+} hacia el follaje en desmedro del racimo.

c) Desequilibrio nutricional

Se menciona el exceso de nitrógeno amoniacal (Christensen y Boggero, 1985); deficiencias de K^+ (Jordán, 1984; Ruiz, 1993), deficiencias de Ca^{2+} y Mg^{2+} , en muchos casos asociado a desequilibrios hormonales (Alleweldt y Hifny, 1972; Currle *et al.*, 1983, Keller y Koblet, 1995) y deficiencia de cadenas carbonadas, por su rol en el proceso metabólico del uso del nitrógeno.

Según Ibacache (2006), se produce una alteración en el proceso de maduración de la fruta. Se ha estudiado que el daño se inicia por el área que rodea un estoma, y se produce una desintegración de la pared celular (destrucción enzimática de la lamela media) de las células colenquimáticas de la zona hipodermal.

La necrosis del raquis afecta floema y tejido cortical, interrumpiendo el flujo de agua y azúcares a las bayas. Xilema y médula no se ven afectados.

Una de las teorías postula que el daño se debería a una acumulación excesiva de amonio que produciría el daño directamente o que afectaría la ruta bioquímica generando concentraciones elevadas de

putrescina, el cual produciría la toxicidad y la plasmólisis de las células hipodermales. El nivel de incidencia del desorden se incrementa con:

- Parras vigorosas y sombrías.
- Fertilización nitrogenada excesiva.
- Alta relación K^+ / Ca^{2+}
- Portainjertos que inducen alto vigor.
- Condiciones climáticas que induzcan una alta tasa transpiratoria.
- Déficit y exceso de riego.
- Temperaturas bajas en período de maduración.

II.4.3. Control

Todos los manejos que ayuden al crecimiento equilibrado de la parra disminuyen la incidencia de este desorden. Se debe favorecer las prácticas que disminuyan el crecimiento vigoroso, la excesiva fertilización nitrogenada y mejoren la iluminación al interior de las parras. También se ha visto que aplicaciones de calcio y magnesio logran demorar la aparición del desorden (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2004).

II.4.4. Características Climáticas

Debido a la alta variabilidad anual en la manifestación de palo negro para una misma unidad productiva, se ha planteado que existirían condiciones de tipo climática que jugarían un rol fundamental en la inducción de éste desorden fisiológico (Hifny y Alleweldt, 1972; Theiler y Muller, 1986; Fregoni, 1999).

II.4.4.1. Temperatura

Diversos estudios han demostrado que los frutitos recién cuajados presentan una importante tasa transpiratoria, pero en la medida que prosigue su desarrollo, se ha verificado una drástica disminución de este parámetro (Lenz y Blanke, 1983; Frieden *et al.*, 1987).

Se estima que un alto flujo transpiratorio temprano en la temporada, es fundamental para un adecuado abastecimiento de Calcio, Magnesio e inclusive micronutrientes (Boro y Zinc), lo que permitiría disminuir patologías en los frutos, relacionadas con sus deficiencias (Wiersum, 1966; Düring y Oggionni, 1986). De la misma forma, este cambio se presentaría a nivel de todo el racimo, encontrándose diferentes tasas transpiratorias de los racimitos dependiendo de la variedad. Frieden *et al.* (1987), mencionan que el racimo muestra un incremento paulatino de la transpiración en la medida que la temperatura aumenta de 15 a 35°C, pero esta respuesta va disminuyendo con la edad del órgano.

La alteración de la transpiración de las bayas afecta el transporte y contenido de Ca^{2+} (Düring y Oggionni, 1986). Adicionalmente, una baja transpiración por parte de este órgano, se ha asociado a un incremento de la presencia de palo negro (Stellwaag-Kittler y Haub, 1964).

Varios estudios han asociado la generación de Palo Negro con la local y relativa deficiencia de Calcio (Alleweldt y Hifny, 1972). Es probable que la reducción del flujo a través del xilema del pedúnculo, y de esa manera la entrada de Calcio al racimo, induzca la manifestación de Palo Negro, así como ráquis débiles (Düring y Lang, 1993). Lang *et al.* (1994) manifiestan que variedades clasificadas como susceptibles a este desorden fisiológico, mostraron un menor desarrollo del xilema del pedúnculo, respecto de variedades conocidas como resistentes. Estudios realizados en manzano (Lenz y Blanke, 1983), muestran una alta transpiración de los frutos inmediatamente posterior a la cuajadura. Posteriormente se observa una rápida reducción de la transpiración incrementándose parcialmente hacia el final del período de crecimiento.

Adicionalmente se constató una mayor transpiración durante las horas del día respecto de la noche.

Los ápices de los brotes, hojas nuevas y los frutos se caracterizan por una baja tasa de transpiración, así como por menores niveles de Calcio (Bangerth, 1979). Mix y Marschner (1976) mencionan que a nivel de hojas se ha determinado 3 - 5 % de Calcio, mientras que en la pulpa de la fruta los niveles son menores a 0,3 %. Adicionalmente se menciona, que si las condiciones generales llevan a una disminución en la tasa de transpiración, paralelamente baja el contenido de Calcio de la fruta.

Tachibana, (1991), menciona que en órganos como el fruto que presentan baja tasa de transpiración, el flujo por el xilema producto de la presión de la raíz, particularmente durante la noche, es muy importante para el ingreso de agua y Calcio. Este flujo se vería afectado principalmente por 2 factores:

- a)** Potencial osmótico del suelo, decreciendo el flujo en la medida que se incrementa el grado de salinidad en la solución suelo.

- b)** Tasa respiratoria de la raíz y por ende oxigenación del suelo, se señala que interrupciones en la aireación durante la noche, no afectarían la acumulación de Calcio en el sistema radical, pero se reduciría fuertemente su transporte hacia la parte aérea. Theiler (1983), ha determinado que una alta temperatura durante el período de elongación del raquis y floración, promueve menor predisposición al Palo Negro, situación que ha sido de igual forma correlacionada con mayores contenidos de Calcio y Magnesio en las hojas, respecto del Potasio.

II.4.4.2. Humedad Relativa

A pesar de que existan adecuadas temperaturas en el periodo de floración, la presencia de alta humedad ambiental promueve menor flujo transpiratorio y con esto mayor probabilidad de palo negro. Marschner (1998) menciona que el aumento de la tasa transpiratoria del fruto, al tener menor humedad relativa en torno al él, es la manera más efectiva de incrementar los tenores de Calcio, sin embargo del punto de vista práctico, el incremento de los niveles de Calcio en la solución suelo sería el principal camino a seguir.

II.4.4.3. Contenido de agua del suelo y efecto de las lluvias.

Algunos autores mencionan que existe una mayor inducción del desorden fisiológico cuando se suceden situaciones de estrés hídrico, por déficit y exceso de agua en el suelo (Stellwaag-Kittler y Haub, 1964; Hartmair, 1968). De la misma forma, Fregoni (1999), menciona que la intensidad de precipitaciones ocurridas en torno al envero (pinta), se correlaciona positivamente con la aparición del Palo Negro.

II.4.4.4. Rol de la luz

La baja luminosidad en los racimos se ha relacionado con una mayor aparición de este problema. Pérez y Gaete (1986), señalan que este desorden fisiológico se incrementa en la medida que se incrementa el nivel de sombreado de las plantas.

II.4.5. Manejo Nutricional

Como se mencionó anteriormente, las causas probables de la generación de este desorden fisiológico se encuentran estrechamente relacionadas con el estatus nutricional de las plantas, y en esto, los programas de fertilización implementados en los parronales juegan un rol fundamental.

La incidencia de Palo Negro y las prácticas de manejo de la nutrición se han concentrado en 2 grandes áreas: a) rol del nitrógeno, principalmente amoniacal, basado en los estudios realizados en Estados Unidos (Christensen y Swanson, 1974; Christensen y Boggero, 1985), y su relación con bajos niveles de K^+ ; b) rol del calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), respecto de su relación con el Potasio ($K^+/(Ca^{2+} + Mg^{2+})$), estudiado en Europa (Alleweldt y Hifny, 1972).

El efecto del exceso de nitrógeno amoniacal, el aumento de la concentración de putrescina en el tejido y su relación con los bajos niveles de K^+ , está ampliamente descrito en la literatura (Cooper, 1973; Christensen y Swanson, 1974; Jordan 1984; Christensen y Boggero, 1985, Silva *et al.*, 1986; Jordan *et al.*, 1991; Ruiz y Moyano, 1994). Se menciona que niveles por sobre 2000 ppm de nitrógeno amoniacal, presentan una importante correlación con la presencia de Palo Negro en los parronales. Sin embargo, en la práctica, a pesar del cambio de las fuentes nitrogenadas, de amoniacales a nitratos, y rebaja en los niveles de las dosis de referencia, no se ha erradicado el problema.

Estudios señalan que tejidos enfermos mostraron, en relación a los sanos, 40% y 20% menos cantidad de Mg^{2+} y Ca^{2+} , respectivamente (Stellwaag-Kittler, 1968). Si bien otros autores no encontraron una directa relación entre la alteración y los contenidos de Calcio, Magnesio, Potasio y Boro (Claus, 1965), se menciona que este desorden fisiológico se generaría por un desequilibrio entre los elementos a nivel del pedicelo y el raquis, más que por deficiencias puntuales de uno de ellos. A pesar que las principales relaciones se refieren a K^+/Mg^{2+} , K^+/Ca^{2+} , $K^+/(Ca^{2+} + Mg^{2+})$; habría que considerar en futuros estudios el rol del Boro y Cinc, en estas combinaciones.

Las deficiencias de Cinc también estarían jugando un importante papel en este desorden fisiológico. Para que un racimo y/o baya esté bien dotada de nutrientes y hormonas, especialmente citoquininas, requiere de un sistema vascular bien desarrollado. El Cinc es precursor de la síntesis de triptofano (Marschner, 1998), que a su vez permite la formación de auxinas. El transporte basipolar de esta hormona (Callejas, 1999), permite el adecuado desarrollo del sistema vascular, estructura básica para que se produzca la llegada de hormonas y nutrientes al raquis y las bayas. Normalmente, bajo deficiencias de Cinc, se detecta un menor crecimiento de las hojas, de los internudos de los brotes, menor elongación del raquis y desarrollo de los pedicelos de las bayas.

Por otro lado, el Boro juega un rol central en la calidad de la fruta por su estrecha relación con la absorción, transporte y accionar del Calcio. Adicionalmente, cumple una importante función en los procesos de división celular (Dugger, 1973). Es así como adecuados niveles en el tejido de la fruta, particularmente en las primeras semanas de crecimiento, presuponen un mayor tamaño del fruto. Deficiencias de Boro también están relacionadas con un menor desarrollo del sistema vascular y se presume que en forma indirecta. Cuando existen bajos niveles de Boro, se incrementa el accionar de la enzima Ácido Indol Acético–oxidasa (IAA-oxidasa), constatándose una mayor destrucción de auxinas y por ende, menor presencia, transporte y acción de esta hormona.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Características del Área Experimental

III.1.1. Ubicación del Área Experimental

El presente trabajo se realizó en el Distrito de Cascas, Provincia Gran Chimú, Departamento La Libertad, a una altitud de 1205 m.s.n.m., 7° 28' 58" de Latitud Sur (al sur del Ecuador) y 78° 49' 35" de Longitud Occidental (al oeste del meridiano base o de Greenwich), siendo el propietario el Sr. Alvarez Zerpa Francisco Fernando, Presidente de la Asociación de Productores Agropecuarios Vitivinícolas San Gabriel.

III.1.2. Campo Experimental

Se utilizó una superficie de 0,252 ha de la variedad Italia, se tuvo un distanciamiento de 2,5 m. entre hileras y 1,40 m. entre plantas con un sistema de riego por gravedad, teniendo un total de 720 plantas de vid distribuidas en 18 hileras. Al momento en que se realizaron las evaluaciones y aplicaciones de los fertilizantes foliares, no se tomaron en cuenta tres hileras del lado derecho (7.5 m².), tres hileras del lado izquierdo (7.5 m².), asimismo cinco plantas del lado frontal (7,0 m².) y de igual manera cinco plantas del lado superior (7,0 m².). Por lo tanto se tuvo la parcela experimental con una superficie de 1680 m² con 480 plantas distribuidas en 12 hileras (Figura 1).

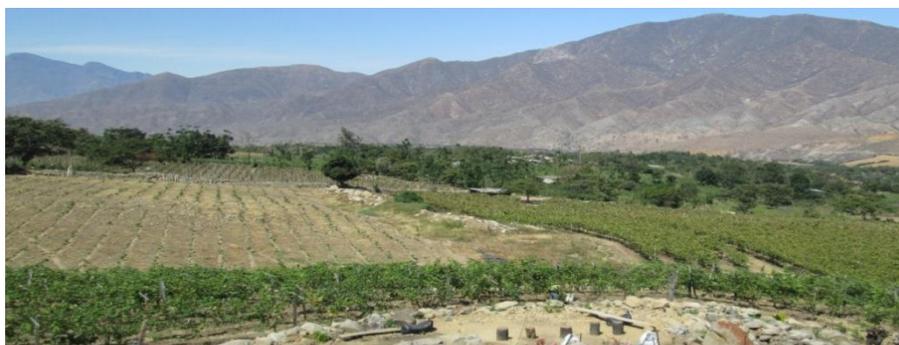


Figura 1. Campo Experimental. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

III.1.3. Muestreo del Suelo

Para el análisis agroquímico del suelo experimental se tomaron veinte sub-muestras de diferentes puntos y a una profundidad de (0 – 55 cm.). Estas fueron colocadas en un balde plástico para la obtención de una muestra homogenizada. Teniendo luego una muestra representativa del Campo Experimental se determinó: pH, Conductividad Eléctrica, Clase Textural, Contenido de Materia Orgánica, Calcio, Cloruros, Porcentaje de Saturación, Contenido de Nitrógeno Total, Fósforo y Potasio disponible (Figura 2).



Figura 2. Muestreo de Suelo del Campo Experimental del Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

III.1.4. Análisis Agroquímico del Suelo

Teniendo luego una muestra representativa del Campo Experimental se determinó: pH, Conductividad Eléctrica, Clase Textural, Contenido de Materia Orgánica, Calcio, Cloruros, Porcentaje de Saturación, Contenido de Nitrógeno Total, Fósforo y Potasio disponible.

Los análisis agroquímicos del Campo Experimental fueron efectuados en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis Agroquímico del Campo Experimental.

M.O. %	N %	pH 1:2	C.E. mS/cm	Ca ppm	Cl ppm
1,72	0,10	6,15	1,46	72	110

Arcilla : 13,08%

Limo: 30,36%

Arena : 56,56%

III.1.5. Interpretación del Análisis Agroquímico

III.1.5.1. Clase Textural

Según el triángulo textural es Franco Arenosa.

III.1.5.2. Materia Orgánica

Se utilizó el método de análisis de Walkley y Black, obteniendo 1,72 %, indicando un bajo contenido de Materia Orgánica.

III.1.5.3. Nitrógeno

Se utilizó el método de análisis de Kjeldahl. Se obtuvo 0,10%, indicando un bajo contenido de Nitrógeno

III.1.5.4. pH

En la relación 1:2 se obtuvo en el peachímetro 6,15. Indica una ligera acidez, siendo un pH ideal para la asimilación de los nutrimentos.

III.1.5.5. Conductividad Eléctrica

Se obtuvo 1,46 mS/cm. Indica que no hay problemas de sales

III.1.5.6. Calcio

Se obtuvo 72 ppm de Calcio Soluble. Indica que no hay problemas de Calcio.

III.1.5.7. Cloruros

Se obtuvo 110 ppm. Indica que no hay problemas de Cloruros.

III.1.6. Datos Meteorológicos

Los datos de temperatura (promedio, máxima y mínima), Humedad (%), Lluvia (mm), y Velocidad del Viento (m/s), fueron proporcionados por la Estación Meteorológica Cascas–Tipo Automática (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos Meteorológicos tomados durante el trabajo de investigación.

Mes	Temperatura (°C)			Humedad (%)	Lluvia (mm)	Velocidad del Viento (m/s)
	Max	Min	Prom			
Jun	24,09	16,20	20,15	70,09	0,01	1,56
Jul	24,85	16,69	20,77	58,83	0,00	1,73
Ago	24,33	16,58	20,46	59,60	0,01	1,77
Set	25,06	16,67	20,87	63,07	0,17	1,80
Oct	25,65	16,80	21,23	62,75	0	1,85
\bar{X}	24,796	16,588	20,696	62,868	0,038	1,742

Fuente: Senamhi

III.1.7. Fertilizantes Foliares

Los fertilizantes foliares utilizados fueron: KMBC–27 y Qualität, siendo la dosis de 3 L/ha/cilindro/campaña, es decir 3 litros del fertilizante diluido en 200 litros de agua (Cilindro) por Campaña (Ciclo de producción de la Vid) para 1 hectárea Vid.

Se utilizó 1 litro del Fertilizante Foliar (la superficie experimental fue de 0,252 Ha), la misma que se fraccionó en 3 aplicaciones (para toda la campaña), lográndose aplicar en tres diferentes momentos la dosis de 330 mL del Fertilizante Foliar diluido en 22 litros de agua con 3 mL del Adherente Silwet (Figura 3).



Figura 3. Fertilizante Foliar KMBC – 27 (izquierda), Adherente Silwet (centro) y Fertilizante Foliar Qualitat (derecha). Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

III.1.7.1. KMBC – 27

Es un producto líquido destinado para corregir deficiencias de Nitrógeno, Calcio, Potasio, Magnesio y Boro. Se aplica foliar o en fertirrigación. Cicatriza microlesiones por factores abióticos y regula el agua y procesos de respiración y metabolismo de azúcares.

ANALISIS QUÍMICO

Nitrógeno	(NO ₃ ⁻)10% (100 g/L)
Potasio	(K ₂ O)	..... 5% (50 g/L)
Calcio	(CaO)	.....10% (100 g/L)
Magnesio	(MgO)	..... 2% (20 g/L)
Boro	(B)	.....0,1% (1 g/L)
Ácidos Orgánicos		.....0.65% (6.50 g/L)
Auxinas		..... Trazas

ANÁLISIS FÍSICO

APARIENCIA:	Solución viscosa transparente a levemente amarillenta
DENSIDAD	:1,38 – 1,42 g/mL
pH	: 2,8
TOXICIDAD	: No tóxico, no inflamable, no corrosivo y no peligroso.
ENVASE	:Bidones plásticos de 20L

USOS

Tratamiento preventivo y/o curativo para desórdenes fisiológicos como Palo negro (uvas), necrosis apical (tomates y cucurbitáceas), fruta blanda, bayas ácidas y partiduras.

III.1.7.2. BASFOLIAR QUALITÄT

Es un fertilizante foliar líquido con múltiples nutrientes, potenciador de la firmeza y calidad de frutos y hortalizas, contiene auxinas que ayudan al movimiento del Calcio hacia la fruta, altos niveles de cationes (K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}), fundamentales para una óptima maduración y firmeza de frutas y hortalizas, y Boro nutriente esencial que en pequeñas dosis ayuda a la translocación de azúcares hacia la fruta. Basfoliar® Qualität contiene:

- **Ca, K y Mg:** Nutrientes fundamentales para la calidad de frutas y hortalizas y para la corrección de desórdenes fisiológicos.
- **Boro:** Nutriente esencial, que aplicado en pequeñas dosis cerca de cosecha, es fundamental para el transporte de azúcares hacia los frutos.
- Contiene **auxinas** que ayudan al movimiento de calcio hacia los frutos.
- **pH ácido** que ayuda a la rápida absorción de nutrientes
- **Materias primas de alta calidad** que no contienen cloruros, sulfatos ni carbonatos.

ANÁLISIS QUÍMICO

Nitrógeno	(N-NO ₃)	.....10% (100 g/L)
Potasio	(K ₂ O)	..... 5% (50 g/L)
Calcio	(CaO)	.....10% (100 g/L)
Magnesio	(MgO)	..... 2% (20 g/L)
Boro	(B)	.....0,1% (1 g/L)
Auxinas		..... Trazas

ANÁLISIS FÍSICO

APARIENCIA: Solución viscosa transparente a levemente amarillenta

DENSIDAD : 1,30 g/L

pH : 2.3

TOXICIDAD : No tóxico, no inflamable, no corrosivo y no peligroso.

ENVASES : Bidones plásticos de 5L y 20L.

USOS

Tratamiento preventivo y/o curativo para desórdenes fisiológicos como Palo negro (uvas), necrosis apical (tomates y cucurbitáceas), fruta blanda, bayas ácidas y partiduras.

III.1.8. Tratamientos Estudiados

En la realización del presente trabajo se consideraron tres tratamientos con cuatro repeticiones (cuadro 3), aplicados en tres momentos distintos, la dosis a utilizar se mezclará con el Adherente Silwet (Cuadro 4).

Cuadro 3. Tratamientos Estudiados

CLAVE	FERTILIZANTE FOLIAR	DOSIS/HA
A	QUALITAT	3 L
B	KMBC – 27	3 L
C _(t)	TESTIGO	0

Cuadro 4. Momento de aplicación de los Fertilizantes Foliares.

Tratamiento	Momento de Aplicación			Total (mL)
	1° Fin de Floración	2° Cuajado de Baya	3° Maduración	
A	330 mL A + 3 mL S	330 mL A + 3 mL S	330 mL A + 3 mL S	990
B	330 mL B + 3 mL S	330 mL B + 3 mL S	330 mL B + 3 mL S	990
C	Sin Aplicación			0

III.1.9. Evaluaciones

Se realizó evaluaciones semanales de la influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional “palo negro” en la variedad Italia, mediante la escala de evaluación “Necrovitis” (ANEXO 1), que está hecha a base de grados de intensidad de daño en el desarrollo y formación de bayas.

Se utilizó doce cartillas de evaluación (ANEXO 2), en donde fueron indicados los grados de intensidad de daño del desequilibrio nutricional en las bayas de vid.

Las evaluaciones en el desequilibrio nutricional fueron a nivel de baya y racimo, teniendo en cuenta los siguientes factores estudiados en el campo experimental (Figura 4):

- ✓ La influencia de los fertilizantes foliares.
- ✓ Número de bayas por racimo.
- ✓ Número de racimos por planta.
- ✓ Masa de los racimos por planta
- ✓ Producción, t/ha

III.1.10. Características del Campo Experimental



Figura 4. Características del Campo Experimental. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

Unidad Experimental

Largo	:	42	m
Ancho	:	2,50	m
Superficie	:	105	m ²
Número de Plantas	:	30	Plantas
Distancia entre Planta	:	1,40	m
Número de Tratamientos/Bloque	:	3	

Bloque:

Largo	:	42	m
Ancho	:	7,5	m
Superficie	:	315	m ²
Número de Plantas	:	90	Plantas
Número de Tratamientos	:	3	
Distancia entre Tratamientos	:	2,5	m
Número de Bloques/Parcela	:	4	

Campo Experimental:

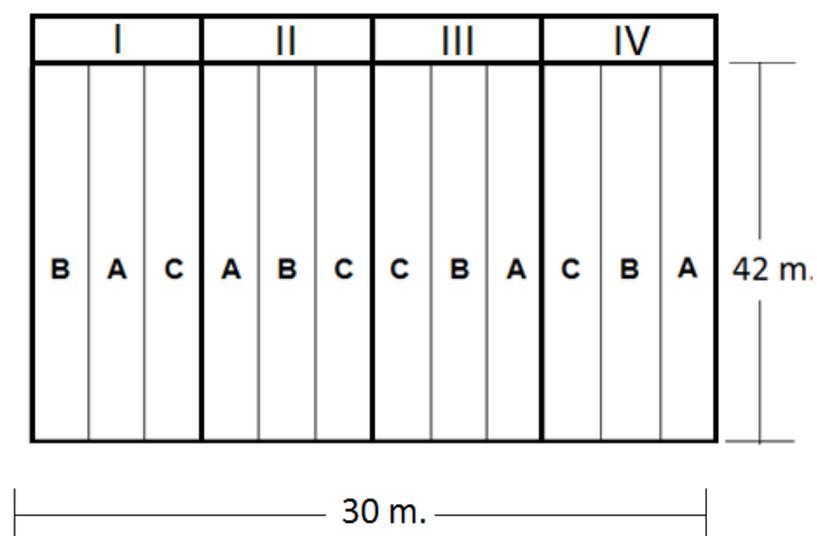
Largo : 42 m
Ancho : 30 m
Superficie : 1260 m²
Número de Plantas : 360 Plantas
Número de Bloques : 4

Campo Comercial:

Largo : 56 m
Ancho : 45 m
Superficie : 2520 m²
Número de Plantas : 720 Plantas

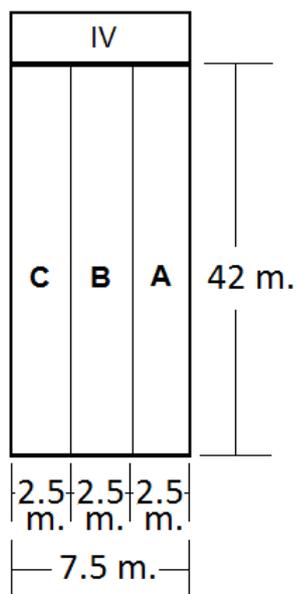
III.1.10.1. Croquis del Campo Experimental

- Superficie : 1260 m².
- Número de Plantas : 360 Plantas.



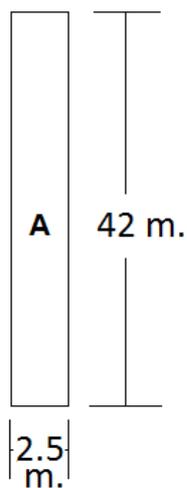
III.1.10.2. Croquis del Bloque

- Superficie : 315 m².
- Número de Plantas : 90 Plantas.



III.1.10.3. Croquis de la Unidad Experimental

- Superficie : 105 m².
- Número de Plantas : 30 Plantas.



III.2. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones para evaluar la influencia de los fertilizantes foliares con el desequilibrio nutricional “palo negro”. El bloque estuvo compuesto de 3 tratamientos siendo el tratamiento (hilera) la unidad experimental, la cual consto de 30 plantas distribuidas en una superficie de 105 m².

III.2.1. Modelo Aditivo Lineal

El modelo estadístico fue el siguiente (Little y Hill, 1981):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

μ = Efecto de la media general

τ_i = Efecto *del i*–ésimo tratamiento

β_j = Efecto del *j*–ésimo bloque

ε_{ij} = Efecto del error experimental

i = 1, 2, 3

j = 1, 2, 3, 4

III.2.2. Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
TRAT	$t - 1$	SCTRAT	CMTRAT	CMTRAT ÷ CMERROR
BLOQ	$r - 1$	SCBLOQ	CMBLOQ	CMBLOQ ÷ CMERROR
ERROR	$(t - 1)(r - 1)$	SCERROR	CMERROR	
TOTAL	$(tr) - 1$	$\sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y})^2$		

III.2.3. Transformación Angular

Para el análisis estadístico fue necesario modificar los datos a la transformación angular o arcoseno puesto que dichos datos estaban expresados como porcentaje, estos tienden a una distribución binomial, en vez de una distribución normal. Una de las características de esta distribución es que las varianzas se encuentran relacionadas con las medias. En los datos binomiales las varianzas tienden a ser pequeñas en los extremos de los rangos de valores (ceranos a cero y a 100%), pero mayores en el medio (alrededor del 50%) (Chacín, 1999; Little y Hills, 1981; Castañeda, 1981; Spiegel, 1992).

La transformación apropiada para este tipo de datos recibe el nombre de angular o arcoseno. Esta se obtiene mediante la determinación del ángulo cuyo seno es la raíz cuadrada de la proporción (porcentaje/100 = x), expresada en notación matemática: $\text{arcoseno } \sqrt{x} = \sin^{-1} \sqrt{x}$. (Little y Hills, 1976; Steel y Torrie, 1985).

III.3. Labores Culturales

III.3.1. Preparación del Campo Experimental

El cultivo de vid de la variedad Italia, fue sembrado en el año 2009, con la variedad "Italia". El sistema de conducción fue de four-arm kniffin, con un sistema de poda corta (Figura 5).



Figura 5 Sistema de conducción. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

III.3.2. Fertilización Básica

Teniendo como fertilización básica la fórmula de 180-120-240 de Nitrógeno-Fósforo-Potasio para 1 ha en la variedad Italia. La fertilización básica fue incorporada de forma manual al suelo a una profundidad de 0,30 m.se realizó en dos etapas:

- a. Poscosecha, solo el 50% de nitrógeno, todo el fosforo y el 50% de potasio.
- b. Inicio de floración, con 50% de nitrógeno y 50% de potasio restante.

III.3.3. Riegos y Deshierbos

El sistema de riego es por gravedad (Figura 6) y se efectuó en todo el campo experimental a razón de 1 vez cada 15 días. Los deshierbos se efectuaron cada 30 días en forma manual.

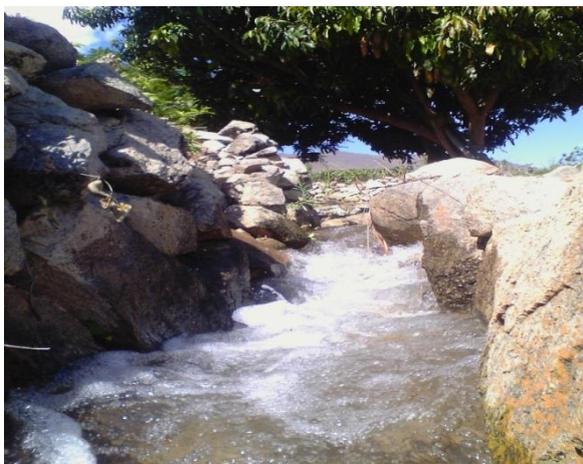


Figura 6. Riego por Gravedad. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

III.3.4. Dosificación y Momento de aplicación de los Fertilizantes Foliares.

Para este trabajo de investigación, la dosis a emplear fue de 1L del Fertilizante Foliar, pero como indicaba las instrucciones de los productos, se dividió en 3 aplicaciones empleándose así la dosis de

330mL en 3 momentos, distribuidos en las 18 semanas hasta cosecha, se tuvo:

- 1º) Primer Momento : La semana 1 de evaluación (Figura 7).
Fin de floración.



Figura 7. Primer momento de aplicación de los fertilizantes foliares. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

- 2º) Segundo Momento : La semana 7 de evaluación (Figura 8).
Cuajado la Baya



Figura 8. Segundo momento de aplicación de los fertilizantes foliares. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

3º) Tercer Momento : La semana 13 de evaluación(Figura 9).
Maduración



Figura 9. Tercer momento de aplicación de los fertilizantes foliares. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

III.3.5. Cosecha

En la última etapa del ciclo de producción de la Vid, después de las 18 semanas de evaluaciones, se realizó la recolección de los racimos de forma manual, obteniéndose así la masa de los racimos de cada tratamiento.

III.3.6. Obtención de Datos

La obtención de datos se realizó en diferentes momentos durante las 18 semanas de evaluaciones. Los datos registrados estuvieron relacionados con el desequilibrio nutricional “Palo Negro”, obteniendo así los siguientes factores muestreados:

- ✓ La influencia de los fertilizantes foliares.
- ✓ Número de bayas por racimo
- ✓ Número de racimos por planta
- ✓ Masa de los racimos por planta
- ✓ Producción, t/ha

III.3.7. Datos Registrados y forma en que se tomaron

III.3.7.1. La influencia de los fertilizantes foliares

Para observar la influencia de los fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional “palo negro” a utilizar, se procedió a aplicarlos desde la primera semana de evaluación. Generando con esto un registro de 18 semanas (hasta la cosecha), se utilizaron 12 cartillas de evaluación con referencia a la escala de evaluación “Necrovitis” (Anexo 1).

La influencia del fertilizante foliar se basa en que tratamiento obtuvo el menor porcentaje de daño en referencia al Tratamiento testigo, demostrado así su utilidad.

III.3.7.2. Número de bayas y número de racimos

Se procedió a realizar en la semana 15 el conteo de bayas por racimo de forma manual en la semana, así como el conteo de racimos de forma manual.

III.3.7.3. Masa de los racimos por planta.

Este cálculo se realizó de forma manual en la semana 18, en plena cosecha, utilizándose para ello una balanza analítica.

III.3.7.4. Producción

De los datos obtenidos, se efectuaron los cálculos necesarios para la obtención en medida de toneladas por hectárea (t/ha).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1. La influencia de los fertilizantes foliares

Se analizó los datos y se procedió a determinar si hubo algún impacto positivo o nulo de los fertilizantes foliares en el desequilibrio nutricional “palo negro” (Anexo 3). Para el análisis estadístico de la variable dependiente Palo Negro, fue necesario modificar los datos a la transformación angular o arcoseno puesto que estaban expresados en porcentaje. El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 0,25% valor que indica una alta confiabilidad en la toma de datos. La raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error, MSE) fue de 0.0015. La media de Palo Negro fue de 0,61 (Anexo 4).

Al realizar la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad (cuadro 5), se encontró que el tratamiento C (Testigo) superó con 0,91 de palo negro al Tratamiento B (KMBC – 27) con 0,51 de palo negro y al Tratamiento A (Qualität) con 0,42 de palo negro (Figura 10), concluyendo que si existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y diferencias no significativas para los bloques.

Cuadro 5. Porcentaje de Palo Negro. Prueba Duncan

Tratamientos	Identificación	Promedio Palo Negro (%)	Promedio Palo Negro (*)	Duncan $\alpha = 0,05$
C _(t)	Testigo s/a	61,95	0,906067	a
B	KMBC–27	23,72	0,508628	b
A	Qualität	16,29	0,415422	c

(*)Datos transformados: Transformación angular o Arcoseno \sqrt{x} .

Al realizar la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad (cuadro 6), confirma lo que se planteó en la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad. El mayor daño ocasionado por Palo Negro fue en el

Tratamiento C (Testigo), dejando al Tratamiento A (Qualität) con el menor daño de palo negro (Figura 10).

Cuadro 06. Porcentaje de Palo Negro. Prueba de Tukey.

Tratamientos	Identificación	Promedio Palo Negro (%)	Promedio Palo Negro (*)	Tukey $\alpha = 0,05$
C _(t)	Testigo s/a	61,95	0,906067	a
B	KMBC-27	23,72	0,508628	b
A	Qualitat	16,29	0,415422	c

(*)Datos transformados: Transformación angular o Arcoseno \sqrt{x} .



a) Tratamiento A(Qualität)



b) Tratamiento B (KMBC – 27)



c) Tratamiento C (Testigo)

Figura 10. Intensidad de Palo Negro en los tratamientos A, B y C. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

Según Hifny y Alleweldt (1972), estiman que la inducción del desorden ocurre 14 a 21 días antes de la expresión externa del problema; las evaluaciones comenzaron con los primeros síntomas de “Palo Negro” con el fin si influía o no el fertilizante foliar a utilizar.

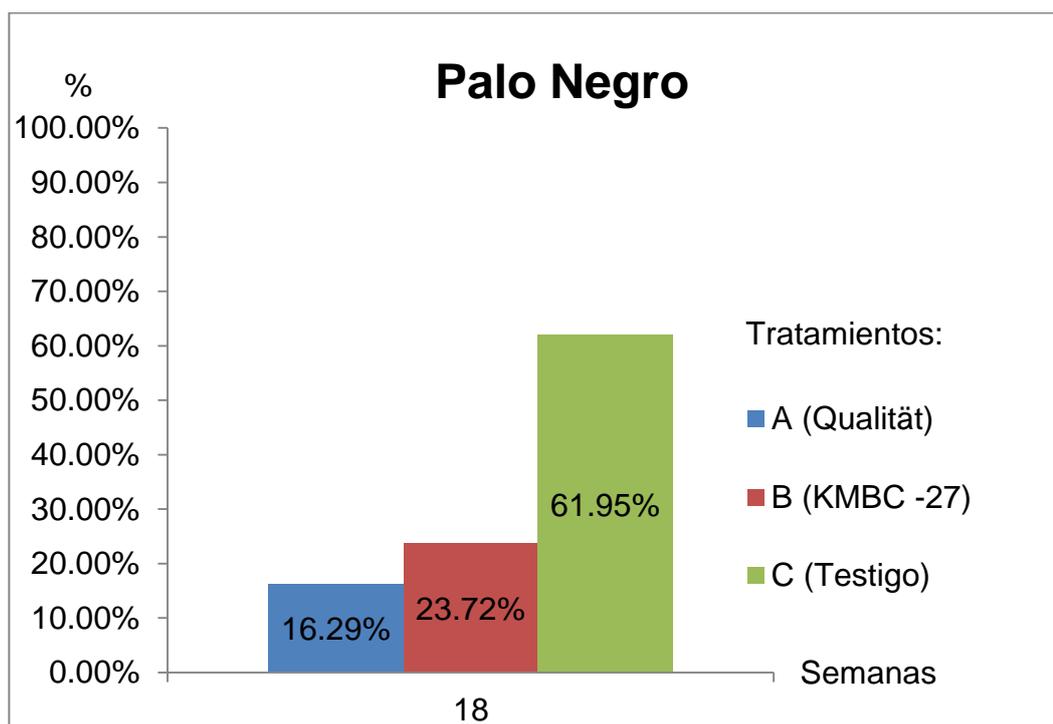


Gráfico 1. Datos reales en porcentaje de Palo Negro en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

Según Pérez y Gaete (1986), dicen que la baja luminosidad en los racimos se ha relacionado con una mayor aparición de este desorden fisiológico, incrementa en la medida que se incrementa el nivel de sombreado de las plantas. Esto difiere de factores como el distanciamiento, buen manejo de podas y la ubicación del terreno. La superficie en donde se realizó el trabajo de investigación contó con una buena luminosidad, debido al distanciamiento de 2,5 m entre surcos y 1,40 entre plantas.

Los resultados indican que no hay variación estadística entre los diferentes tratamientos, debido principalmente a que esta variable es de carácter varietal, la variación numérica registrada se le atribuye a efectos de manejo de cultivo.

IV.2. Número de bayas por racimo

Al realizar el análisis de la varianza del Número de Bayas, no mostró diferencias significativas para los tratamientos ni para los bloques, por lo que no se realizó la prueba de Duncan ni la prueba de Tukey.

El coeficiente de variabilidad fue de 5,37%. La raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error, MSE) fue de 2,05. La media del número de bayas fue de 38,25 bayas/planta (Anexo 5).

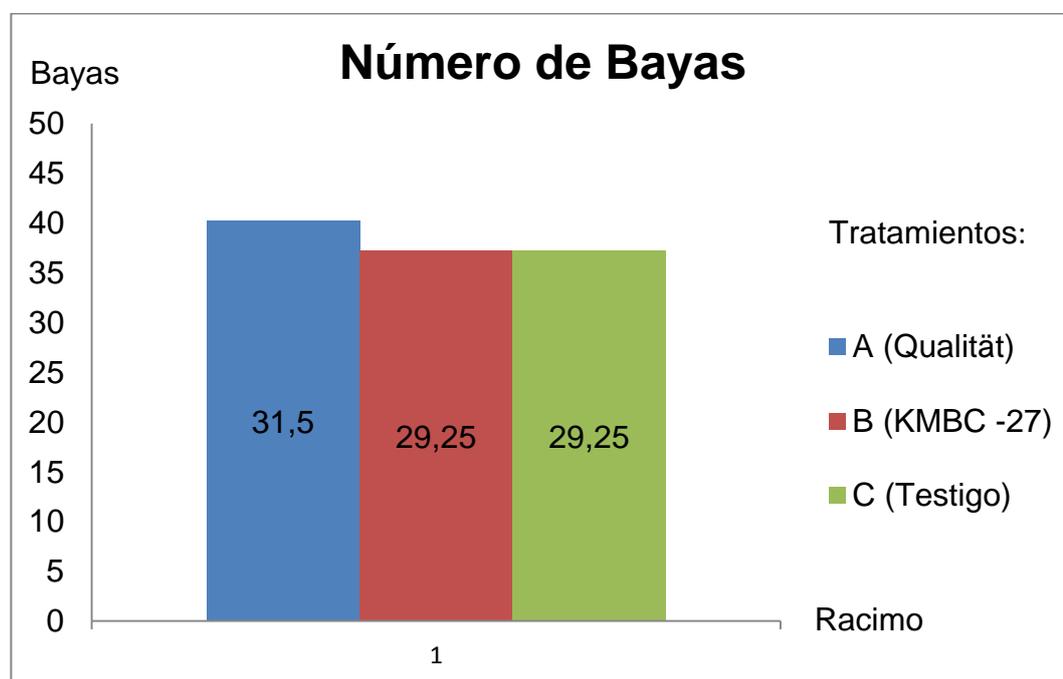


Gráfico 2. Número de Bayas por racimo en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

Según Rodrigo (2005), dice que las bayas van adquiriendo una característica acuosa, blanda, y a medida que avanza la temporada se deshidratan. La toma de datos de esta variable se realizó en la semana 15 del periodo de evaluación, logrando una media de 38,25 bayas/planta.

IV.3. Número de racimos por planta

Al realizar el análisis de la varianza del Número de Racimos, no mostró diferencias significativas para los tratamientos ni para los bloques, por lo que no se realizó la prueba de Duncan ni la prueba de Tukey.

El coeficiente de variabilidad fue de 6,99%. La raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error, MSE) fue de 1,07. La media del número de racimos fue de 15,25 racimos/planta (Anexo 6).

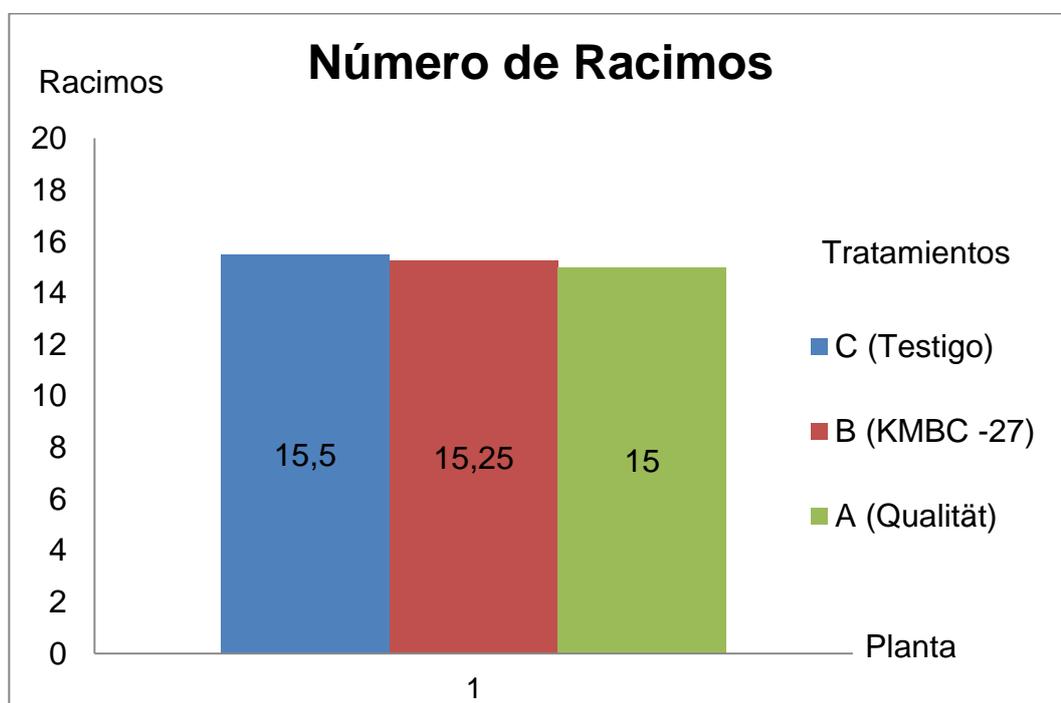


Gráfico 3. Número de Racimos por planta en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

Díaz (2001), indica que en la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad con un Coeficiente de Variabilidad de 22,6% para la variable dependiente número de racimos, no encontró diferencias significativas, siendo sus mayores tratamientos aquellos fertilizados con 12,18 racimos/planta dejando al testigo con 10,63 racimos/planta. Marín (2001), indica que en la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad con un Coeficiente de Variabilidad de 16,97% para la variable dependiente número de racimos, encontró que en los promedios de las aplicaciones de cinco dosis y el promedio del testigo no presentaron diferencias significativas; siendo así la aplicación de cinco dosis con 18,95 racimos/planta y el Testigo con 17,37 racimos/planta.

En este estudio, no se encontró diferencias significativas siendo su mejor tratamiento el Testigo con 15,50 racimos/planta.

IV.4. Masa de los racimos

Al realizar el análisis de la varianza de la Masa de los racimos, mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos, siendo no significativas para los bloques.

El coeficiente de variabilidad fue de 1,02% valor que indica la confiabilidad en la toma de datos. La raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error, MSE) fue de 0,01. La media de la masa de los racimos por planta fue de 1,05 Kg (Anexo 7).

Al realizar la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad (cuadro 11), se encontró que si hay diferencia significativa en el tratamiento A (Qualität), y en el tratamiento B (KMBC – 27) con respecto al tratamiento C (Testigo). Siendo el Tratamiento A (Qualität) superior con 1,34 Kg. al Tratamiento B (KMBC – 27) con 1,22 Kg., dejando al tratamiento C (Testigo) con 0,60 Kg.

Cuadro 07. Masa de los racimos. Prueba Duncan

Tratamientos	Nombre	Promedio Masa (Kg)	Duncan $\alpha = 0,05$
A	Qualitat	1,34	a
B	KMBC – 27	1,22	b
C (t)	Testigo s/a	0,60	c

En la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad (cuadro 12), confirma lo que planteó la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad. Teniendo como Tratamiento superior al Tratamiento A (Qualität) con 1,34 Kg.

Cuadro 08. Masa de los racimos. Prueba de Tukey.

Tratamientos	Nombre	Promedio Masa (Kg)	Tukey $\alpha = 0,05$
A	Qualitat	1,34	a
B	KMBC – 27	1,22	b
C (t)	Testigo s/a	0,60	c

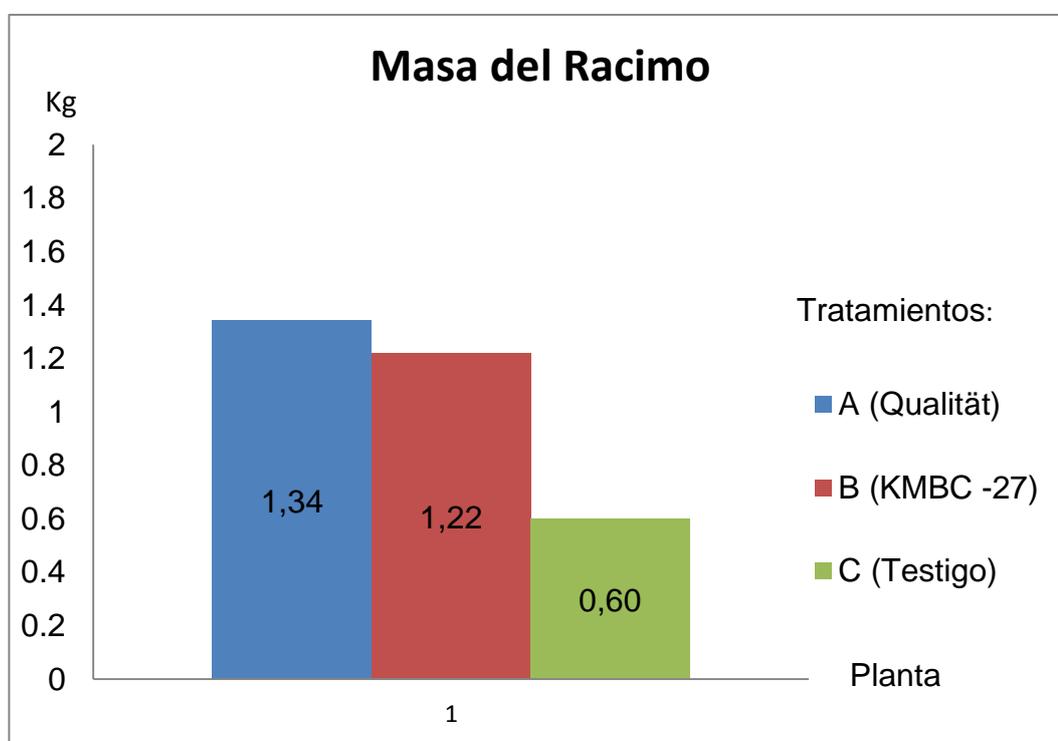


Gráfico 4. Masa de Racimos por planta en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

Díaz (2001), indica que en la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad con un Coeficiente de Variabilidad de 5,24 para la variable dependiente masa de racimos, no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, siendo su mejor Tratamiento el de promedio 330,04 g. Como se puede apreciar se encontró diferencias significativas de las aplicaciones del fertilizante foliar que influyeron en la masa del racimo, teniendo como el mejor Tratamiento A (Qualitat) con 1,34 Kg.

IV.5. Rendimiento (t/ha)

Al realizar el análisis de la varianza del Rendimiento, mostró diferencias altamente significativas para los tratamientos siendo los bloques sin diferenciación estadística. El coeficiente de variabilidad fue de 7,72% valor que indica confiabilidad en la toma de datos. La raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error, MSE) fue de 0,59. La media del Rendimiento fue de 7,59 t/ha (Anexo 8).

Al realizar la prueba de Duncan al 0,05 de probabilidad (cuadro 13), se encontró que si hay diferencia significativa del tratamiento A (Qualität) y tratamiento B (KMBC – 27) con respecto al tratamiento C (Testigo). Siendo el Tratamiento A (Qualität) con 9,79 t/ha superior al Tratamiento B (KMBC – 27) con 8,78 t/ha, dejando al tratamiento C (Testigo) con 4,21 t/ha.

Cuadro 09. Influencia de los fertilizantes foliares en el Rendimiento. Prueba de Duncan.

Tratamientos	Nombre	Promedio Rendimiento (t/ha)	Duncan $\alpha = 0,05$
A	Qualitat	9,79	a
B	KMBC – 27	8,78	a
C (t)	Testigo s/a	4,21	b

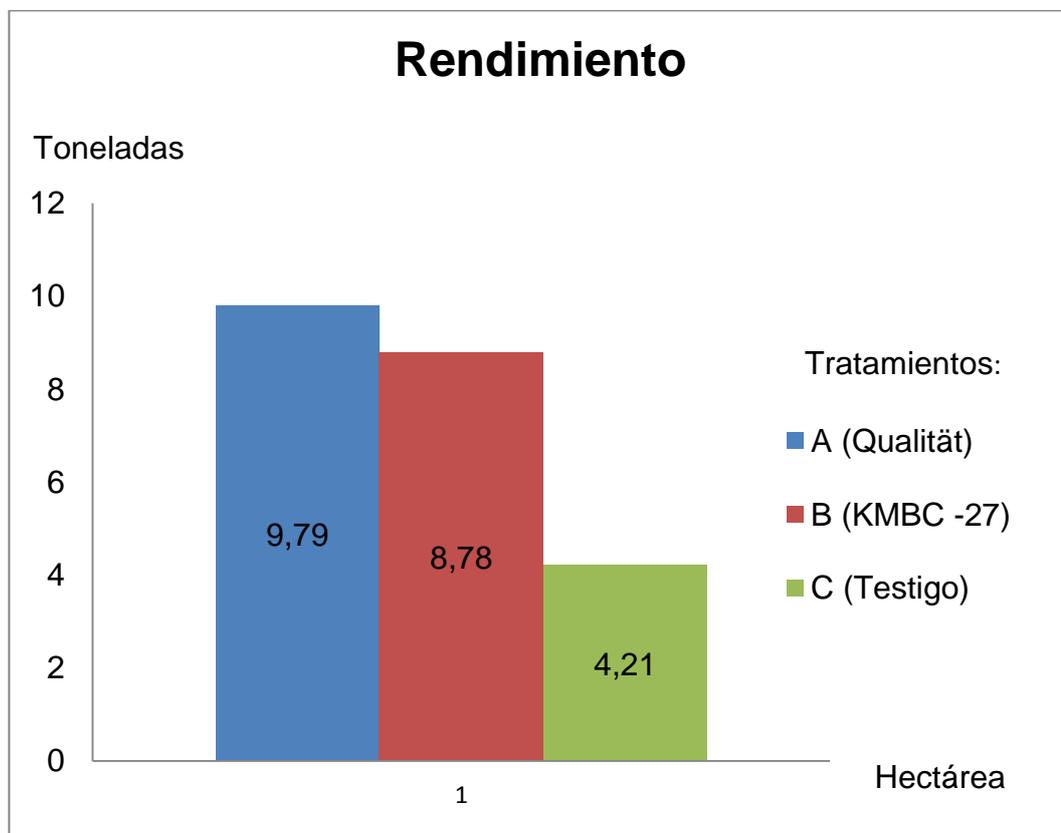


Gráfico 5. Rendimiento en el cultivo de Vid. Distrito Cascas, Provincia Gran Chimú, La Libertad. 2014.

En general se ha observado que las bayas afectadas presentan menor crecimiento (Christensen y Boggero, 1985; Morrison y Iodo, 1990, Ruiz y Moyano, 1994, Fregoni, 1999). Esto se debe a la degradación de las células colenquimáticas de la zona hipodermal, con lo cual conlleva a una menor producción como se aprecia en el Testigo con 4,21 t/ha en comparación con el Tratamiento A en donde el fertilizante foliar Qualität influyó en el rendimiento obteniendo 9,79 t/ha.

V. CONCLUSIONES

Para las condiciones de la provincia de Gran Chimú, distrito de Cascas en el Campo experimental en las que se realizó el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

1. El Fertilizante Foliar Qualität obtuvo 16,29% de “Palo Negro”, teniendo el porcentaje más bajo con respecto al Fertilizante Foliar KMBC – 27 con 23,72% de “Palo Negro” y al Testigo que tuvo 61,95% de pérdida. Esto hace indicar que el fertilizante foliar Qualität si tiene influencia en el desequilibrio nutricional “palo negro”, y a la vez supera estadísticamente al Fertilizante Foliar KMBC – 27.
2. El análisis de varianza al número de bayas, no mostró diferencias significativas, teniendo como media 38,25 bayas/planta.
3. El análisis de varianza al número de racimos, no mostró diferencias significativas, teniendo como media 15,25 racimos/planta.
4. El tratamiento A (Qualität) obtuvo la mayor masa por racimo mostrando diferencia significativa con 1,34 Kg/racimo frente al Tratamiento B (KMBC – 27) con 1,22 Kg/racimo y superando significativamente al Tratamiento C (Testigo) con 0,60 Kg/racimo.
5. El tratamiento A (Qualität) obtuvo el mayor rendimiento (t/ha) mostrando diferencia significativa con 9,79 t/ha frente al Tratamiento B (KMBC – 27) con 8,78 t/ha y superando significativamente al Tratamiento C (Testigo) con 4,21 t/ha.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar mayores investigaciones que logren determinar la causa original del Palo Negro en *Vitis vinífera* L.
2. Estudiar el fertilizante foliar Qualität y el fertilizante foliar KMBC – 27 en otras variedades de vid, así como sus aplicaciones en los diferentes estados fenológicos.
3. Realizar trabajos de investigación futuros en donde se estudie además de las relaciones K^+/Mg^{2+} , K^+/Ca^{2+} , $K^+/(Mg^{2+} + Ca^{2+})$, el rol del Boro y Cinc y sus posibles relaciones.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROBANCO. 2008. Cultivo de Uva. Área de Desarrollo. Lima. pp 3 – 12
2. Alleweldt, G. and H. A. A. Hifny. 1972. Zur Stiellähme der Reben. Kausalanalytische Untersuchungen. Vitis N° 11. pp.10 – 28
3. Almanza-Merchán, P. 2011. Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (*Vitis vinifera* L.) bajo condiciones de clima frío tropical. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Posgrados, Bogotá. 166 p.
4. Aloni, R. 1987. Differentiation of vascular tissues. Annual Review of Plant Biology N° 38. pp. 179 – 204
5. Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. Annual Review of Phytopathology N° 17. pp. 97 – 122
6. Bear, F.E. 1965. Chemistry of soil (2th Edition). New York: Reinhold Publishing Corporation. USA.
7. Bidweil, R.G.S. 1979. Plant physiology. New York: MacMillan Publishing Co, Inc. USA.
8. Callejas, R. 1999. Untersuchungen zur hormonellen Regulation der Blüteninduktion bei Apfelbäumen. Universität Hohenheim. Stuttgart, Deutschland
9. Cardona B., D.J. 1988. Fertilización edáfica y foliar en Amaranto (*Amaranthus hoypchondriacus* L.) tipo mercado. Trabajo de grado, Maestría en Ciencias en Generación y Transferencia de Tecnologías. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal – Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
10. Cariola, L. 2004. Nuevos sistemas de conducción en uva de mesa. Primer Seminario Internacional Alternativas Técnicas en Uva de Mesa. Santiago, Chile.

11. Castañeda, P. R. 1981. Diseño de Experimentos aplicados. Editorial Trillas S.A. México. 344 p.
12. Chacin, F. 1999. Postgrado de Estadística. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. p.79
13. Chonay P., J.J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Trabajo de grado, Maestría en Ciencias en Generación y Transferencia de Tecnologías. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal – Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
14. Christensen, L.P., and F. Swanson. 1974. Waterberry studies in table grapes – Report of Research for Fresh Table Grapes. California, USA. pp. 3 – 9
15. Christensen, L.P., and J. Boggero. 1985. A study of mineral nutrition relationships of waterberry in Thompson Seedless. American Journal of Enology and Viticulture N° 36. pp. 57 – 64
16. Claus, P. 1965. Untersuchungen zur Stiellähme 1963 y 1964. Weinberg und Keller N° 12. pp. 101 – 110
17. Cooper, T. 1973. Algunos conceptos sobre fisiología y morfología de Palo Negro. II Simposio sobre manejo, calidad y fisiología de post-cosecha de frutas. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N°12. pp.156
18. Currle, O.; O. Bauer; W. Hofäcker; F. Schumann und W. Frisch. 1983. Biologie der Rebe. Meiningen Verlag. p. 311
19. Diaz, M. A. 2001. Estudio comparativo de diez niveles de fertilización NP en el rendimiento y calidad de uva (*Vitis vinífera* L.) Cv. “Gross Colman”. Trabajo de grado, Ingeniería Agrónoma. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. pp. 53 – 100.
20. Dugger, W. M. 1973. Functional aspects of boron in plants. Advanced Chemistry N° 123. pp. 112 – 129

21. Düring and Oggioni, 1986. Transpiration und Mineralstoffeinlagerung der Weinbeere. *Vitis* N° 25. pp. 59 – 66
22. Düring, H. and A. Lang. 1993. Xylem development and function in the grape peduncle: Relation to bunch stem necrosis. *Vitis* N° 32. pp.15 – 22
23. Eibner, R. 1986. Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin, Alemania. pp 3 – 13
24. Fichet, T. 2004. Proceso fisiológico de la cuaja en cítricos. Boletín técnico Universidad de Chile. 14 p.
25. Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. pp. 17 – 25.
26. Fregoni, M. 1986. Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. pp. 205 – 21
27. Fregoni, M. 1999. *Viticultura di qualità*. Edizioni l'Informatore Agrario S.r.l. Italia. p. 705
28. Fregoni, M. 2007. Viticultura y cambio climático. *Revista Enología* N° 2. pp.1 – 9.
29. Frieden, K. H.; F. Lenz und H. Becker. 1987. Die Transpiration von Traubenbeeren verschiedener Rebsorten in Abhängigkeit von Temperatur, Licht und Wasserversorgung. *Die Weinwissenschaft* N° 42. pp. 185 – 196
30. García H., E. del R. y C.B. Peña V. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. 1^{ra} Edición. Universidad Autónoma de Chihuahua. México, D.F.

31. Gierth M, Mäser P. 2007. Potassium transporters in plants – Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. Federation of European Biochemical Societies. FEBS Letters 581. pp. 2348 – 2356.
32. Giskin, M.L., A. Trinidad S. y J.D. Etchevers. 1984. Can the foliar application of essential nutrients decrease fertilizer inputs?. International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Vol. 1. Montpellier, France. pp. 239 – 242.
33. Hartmain, V. 1968. Stiehlähme-Bekämpfung. Winzer N° 24. p.173
34. Hifny, H. A. und G. Alleweldt. 1972. Untersuchungen zur Stiehlähme der Rebe. Die Symptomatologie der Krankheit. pp. 298 – 313
35. Ibacache, A. 2006. El problema del palo negro en vides. Revista TierraAdentro. Chile. pp.30 – 32.
36. Johnson, M.O. 1916. The spraying of yellow pineapple on manganese soil with iron sulfate solutions. Hawaii Agricultural Experiment Station Press Bulletin N° 51.
37. Jordan, D. 1984. Shanking, potassium the culprit?. South. Horticulture Grape. pp. 53 – 55
38. Jordan, D., P. Breen; S.F. Price and P.B. Lombard. 1991. Inflorescence necrosis: Is ammonium the culprit? Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine. Seattle Washington, USA. pp. 102 – 107
39. Jyung, W.H. y S.H. Wittwer. 1964. Foliar absorption-an active uptake process. American Journal of Botany N° 51. pp. 437 – 444.
40. Kalaycia M., Torunb B., Ekerb S., Aydina M., Ozturkb L., Cakmak I. 1999. Grain yield, zinc efficiency and zinc concentration of wheat cultivars grown in a zinc-deficient calcareous soil in field and greenhouse. Field Crops Research N° 63. pp. 87 – 98.
41. Keller M. and W. Koblet. 1995. Stress-induced development of inflorescence necrosis and bunch-stem necrosis in *Vitis vinifera* L. in response to environmental and nutritional effects. pp. 145 – 150

42. Kovacs, G. 1986. The importance of environmental, plant and spray characteristics for any foliar nutrition programme to be successful. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. pp. 26 – 43.
43. Kovacik J, Klejdus B, Backor M, Repcak M. 2007. Phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* leaf rosettes. *Plant Science* N° 172. pp. 393 – 399.
44. Lang, A.; H. Doring and A. Hall. 1994. Susceptibility to bunch stem necrosis in grape: A breeding screen. *Vitis* N° 33. pp. 93 – 95.
45. Leece, D.R. 1976. Composition and ultrastructure of leaf cuticles from fruit trees, relative to differential foliar absorption. *Australian Journal of Plant Physiology* N° 3. pp. 883 – 847.
46. Lenz, F. und M. Blanke. 1983. Transpiration bei Apfelfrüchten. *Erwerbsobstbau* N° 25. pp. 28 – 29.
47. Little, H. T.; Hill, F. S. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en agricultura. Editorial Trillas. S. A. México. 270 p.
48. Littke K. M., Zabowaki D. 2007. Influence of calcium fertilization on Douglas-fir foliar nutrition, soil nutrient availability, and sinuosity in coastal Washington *Forest Ecology and Management* N° 247. pp. 140 – 148.
49. Ljubetic, D. 2004. Situación Actual y Perspectivas en el Uso de Portainjertos. Primer Seminario Internacional Alternativas Técnicas en Uva de Mesa. Santiago, Chile.
50. Malavolta, E. 1986. Foliar fertilization in Brazil.- Present and perspectivas. Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. pp. 170 – 192
51. Marín, B. O. 2001. Influencia del Potasio en la calidad de fruta y resistencia al ataque de enfermedades fungosas de la Vid (*Vitis*

- vinífera) Cultivar Italia Blanca. Trabajo de grado, Ingeniería Agrónoma. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. pp. 53 – 100. pp. 32 – 35.
52. Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants (2th Edition). Academic Press, London. p.889
 53. Marschner, H. 1998. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Germany.
 54. Mix, G. P. and Marschner, H. 1976. Einfluss exogener und endogener Faktoren auf den Calciumgehalt von Paprika und Bohnenfrüchten. Z. Pflanzenernähr. Bodenk N° 139. pp. 551– 563
 55. Morrison, J. C. and M. Iodi. 1990. The influence of waterberry on the development and composition of Thompson Seedless grapes. American Journal of Enology and Viticulture, Vol 41. N°4. pp. 301 – 305
 56. Navarro, G. 2003. Química Agrícola (2^{da} Ed.). Murcia: Mundi-Prensa. España. pp 135 – 164.
 57. Osuna E., T. 1988. Anatomía y fisiología de la floración forzada en mango (*Mangífera indica* L.) cv. Manila. Trabajo de grado, Doctorado en Fruticultura. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
 58. Palma, M. J. 2006. Guía Nutricional en Uva de Mesa. Desarrollo de Mercados para Productos Foliare en nutrición Vegetal de Especialidad. Chile. p 135.
 59. Plancarte, M. I. 1971. Fertilización fosfatada al suelo y follaje de maíz en dos suelos de Ando bajo condiciones de invernadero. Chapingo, México.
 60. Pérez, J. y L. Gaete. 1986. Efecto del microclima luminoso sobre la calidad de la uva Sultanina en sistema de parronal español. Desgrane, palo negro y pudrición gris. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 13, N° 2. pp. 113 – 120.

61. Pérez, I. C. 1988. Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. Trabajo de grado, Maestría en Ciencias en Generación y Transferencia de Tecnologías. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal – Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
62. Reed, D.W. y H.B. Tukey. 1978. Effect of pH on foliar absorption of phosphorus compounds by chrysanthemum. *Journal of American Society for Horticultural Science* N° 103. pp. 337 – 340.
63. Rodríguez, F. 1992. Manual del Cultivo de la Vid en el Perú. 1^{ra} Edición. Ediciones: Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 408
64. Rodrigo, C. 2005. El Palo Negro y Raquis Débiles: Aplicaciones Tempranas de Fertilizantes Foliare Bajo una vision Integrada del Problema, Centro de Estudios de la Uva Universidad de Chile. Artículo de Extensión. Santiago de Chile, Chile. pp. 14
65. Ruiz, R. 1993. Nutrición potásica en relación a calidad de fruta, desórdenes fisiológicos y diagnóstico de deficiencia en vides de mesa. *Avances Recientes en Nutrición de Plantas Frutales y Vides*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. pp. 223 – 243
66. Ruiz, R. y S. Moyano. 1994. El problema de palo negro en vides y su relación con altos niveles de putrescina y bajo contenido de potasio. *Agricultura Técnica*, Vol. 52. N° 2. Santiago, Chile. pp. 87 – 94
67. Ruiz, R. 2000. Uva de mesa en Chile. Colección libros INIA N° 5 ISSN 0717-4713. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. pp 113-143.
68. Sachs, T. 1981. The control of the patterned differentiation of vascular tissues. *Advances in Botanical Research* N° 9. pp. 152 – 262.
69. Silva, H.; G., GIL y J. Rodríguez. 1986. Deseccación del escobajo de la vid (palo negro): ¿Un exceso de nitrógeno amoniacal? *Aconex*. pp. 9 – 10

70. Shenker M., Plessner O. E., Tel-Or E. 2004. Manganese nutrition effects on tomato growth, chlorophyll concentration, and superoxide dismutase activity. *Plant Physiology* N° 161. pp.197 – 202.
71. Soquimich Comercial S.A. 2002. Fertilización. 3^{ra} Edición. p. 67
72. Soza, J. 2004. Investigaciones en reguladores de crecimiento en uva de mesa. Primer Seminario internacional alternativas técnicas en uva de mesa organizado por Subsole S.A. Santiago, Chile.
73. Soza, J. 2004. Efectos de fitoreguladores de origen sintético (CPPU) y calcio, sobre la calidad y condición en uva de mesa cv Thompson seedless. Capacitación interna SQMC. Proyecto foliar Speedfol™. Santiago, Chile.
74. Spiegel, N. R. 1992. Estadística. 2^{da} Edición. Editorial McGraw- Hill. México. p. 556.
75. Steel, R. G. y J. H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2^{da} Edición. McGraw-Hill. Colombia. p. 622.
76. Stellwaag-kittler, F. und G. Haub. 1964. Die Stiellähme von Trauben. *Der Deutsche Weinbau* N° 19. pp. 844 – 846.
77. Stellwaag-kittler, F. 1968. Die Stiellähme der Trauben, eine Begleiterin des modernen Weinbaus. *Deutsche Weinbau*. pp.143 – 149
78. Swietlik, D. y M. Faust. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. pp. 287-355. *Horticultural reviews* Vol. 6. AVI Publishing Company, Inc. Connecticut, USA. pp. 287 – 355.
79. Tachibana, S. 1991. Import of calcium by tomato fruit in relation to the day-night periodicity. *Scientia Horticulturae* N° 45. pp. 235 – 243
80. Theiler, R. 1983. Stiellähme-Befallsprognose an Trauben. *Shweiz. Z. Obst- Weinbau* N° 119. pp. 522 – 532
81. Theiler, R. and B.G. Coombe. 1985. Influence of berry growth and growth regulators on the development of grape peduncles in *Vitis vinifera* L. *Vitis* N° 24. pp. 1 – 11

82. Theiler, R. und Müller H. 1986. Beziehungen zwischen Klimafaktoren und dem Stiehlähmebefall bei Riesling x Silvaner. pp. 8 – 20
83. Tisdale, S.W., W.L. Nelson y J.D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizers. New York: MacMillan Publishing Co. USA.
84. Trinidad, S., A. Núñez E. y F. Baldovinos D. 1971. Aplicaciones foliares de Fe, Mn, Zn y Cu en los árboles de durazno. Memorias del V Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Guadalajara, México.
85. Vega A. 2003. Morfoanatomía de la Vid. En curso diplomado fundamentos fisiológicos de la vid en la producción de Uva de Mesa. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
86. Wiersum, L. K. 1966. Calcium content of fruits and storage tissue in relation to the mode of water supplí. Acta Botanica Neerlandica N° 15. pp. 406 – 418.
87. Xiang-wen P., Wen-bin L., Qiu-ying Z., Yan-hua L., Ming-shan L. 2008. Assessment on Phosphorus Efficiency Characteristics of Soybean Genotypes in Phosphorus-Deficient Soils. Agricultural Sciences in China N° 7. pp. 958 – 969.
88. Yara, 2004. Plantmaster en uva de mesa. p.34

WEBGRAFÍA:

1. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2004. Desórdenes Fisiológicos. [en línea]. Santiago, Chile. Disponible en: http://www7.uc.cl/sw_educ/agronomia/desorden_fruta/html/fichas/uv_a/panegro/pal_origen.htm
2. Corporación Bioquímica Internacional. 2008. KMBC – 27. Ficha Técnica. [en línea]. Callao, Perú. Disponible en: <http://www.cbiperu.com/prod/kmbc-27.htm>
3. COMPO EXPERT GmbH. 2010. Basfoliar® Qualität. Ficha Técnica. [en línea]. Münster, Germany. Disponible en: http://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/Web2/Fichas_T%C3%A9cnicas/Ficha_T%C3%A9cnica_Basfoliar_Qualit%C3%A4t.pdf

ANEXOS

ANEXO – 1

ESCALA DE EVALUACIÓN “Necrovitis”

GRADO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Sin Daño	Representará a las bayas sanas
2	Leve	Representará un ligero cambio inadecuado en el color de la baya.
3	Moderado	Representará un cambio parcial o total del color y la presencia de ligeros hundimientos en la baya.
4	Fuerte o Severo	Presentará un color oscuro, fuertes hundimientos con necrosis y una ligera reducción en el tamaño de la baya.
5	Muerto	Presentará un color oscuro, necrosis, fuertes hundimientos, necrosis total y una alta reducción en el tamaño de la baya.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO – 2

CARTILLA DE EVALUACIÓN

GRADO PLANTA	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Datos de la Influencia de dos fertilizantes foliares en el desequilibrio Palo Negro en Vitis vinífera L. var. Italia

Observaciones	Tratamiento	Bloque	Rendimiento (t/ha)	Masa (Kg)	Número de Bayas	Número de Racimos	Índice de Daño (%)	Índice de Daño (%)*
1	A	I	10,29	1.34	42	16	16.33	0.41600
2	A	II	8,94	1.33	38	14	16.43	0.41735
3	A	III	9,97	1.35	40	14	16.13	0.41329
4	A	IV	10,85	1.33	41	17	16.26	0.41505
5	B	I	8,78	1.22	38	15	23.69	0.50834
6	B	II	9,29	1.21	35	16	23.83	0.50998
7	B	III	8,27	1.23	37	14	23.84	0.51010
8	B	IV	8,78	1.22	39	15	23.50	0.50610
9	C	I	4,10	0.61	34	17	61.83	0.90483
10	C	II	4,53	0.59	38	16	62.03	0.90689
11	C	III	3,90	0.58	26	14	62.13	0.90792
12	C	IV	4,32	0.60	41	15	61.81	0.90462

(*)Datos transformados: Transformación angular o Arcoseno \sqrt{x}

Anexo 4. Análisis de Varianza del Palo Negro.

Variable dependiente: **Palo Negro**

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
Modelo	5	0.54318239	0.10863648	45675.9	<.0001	**
ERROR	6	0.00001427	0.00000238			
TOTAL	11	0.54319666				

%C.V. (*) = 0.252806

Raíz MSE (**) = 0.001542

Media Palo Negro = 0.610039

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
TRAT	2	0.54316971	0.27158486	114187	< .0001	**
BLOQ	3	0.00001267	0.00000422	1.78	0.2515	N.S.

(*) : Coeficiente de Variabilidad

(**) : Raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error)

Anexo 5. Análisis de Varianza del número de bayas por racimo.

Variable dependiente: **Número de Bayas**

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
Modelo	5	42.91666667	8.583333333	2,03	0.2065	N.S.
ERROR	6	25.33333333	4.222222222			
TOTAL	11	68.25000000				

$$\%C.V. \quad (*) \quad = \quad 5.372038$$

$$\text{Raíz MSE} \quad (**) \quad = \quad 2.054805$$

$$\text{Media Número de Bayas} \quad = \quad 38.25000$$

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
TRAT	2	24.00000000	12.00000000	2,84	0.1354	N.S.
BLOQ	3	18.91666667	6.305555556	1,49	0.3087	N.S.

(*) : Coeficiente de Variabilidad

(**) : Raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error)

Anexo 6. Análisis de Varianza del número de racimos por planta.

Variable dependiente: Número de Racimos

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
Modelo	5	7.41666667	1.48333333	1,30	0,3737	N.S.
ERROR	6	6.83333333	1.13888889			
TOTAL	11	14.25000000				

%C.V. (*) = 6.997950

Raíz MSE (**) = 1.067187

Media Número de Racimos = 15.25000

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
TRAT	2	0.50000000	0.25000000	0,22	0,8091	N.S.
BLOQ	3	6.91666667	2.30555556	2,02	0,2121	N.S.

(*) : Coeficiente de Variabilidad

(**) : Raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error)

Anexo 7. Análisis de Varianza de la Masa de los Racimos por planta.

Variable dependiente: Masa de Racimos

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
Modelo	5	1.27460833	0.25492167	2238.34	<.0001	**
ERROR	6	0.00068333	0.00011389			
TOTAL	11	1.27529167				

%C.V. (**) = 1.015563

Raíz MSE (***) = 0.010672

Media Masa Racimos = 1.050833

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
TRAT	2	1.27431667	0.63715833	5594.56	< .0001	**
BLOQ	3	0.00029167	0.00009722	0.85	0.5137	N.S.

(*) : Coeficiente de Variabilidad

(**) : Raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error)

Anexo 8. Análisis de Varianza de la Producción (t/ha)

Variable dependiente: Rendimiento

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
Modelo	5	71.90798333	14.38159667	41.89	0.0001	**
ERROR	6	2.05968333	0.34328056			
TOTAL	11	73.96766667				

%C.V. (*) = 7.715999

Raíz MSE (**) = 0.585901

Media Rendimiento = 7.593333

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la Media	F – Valor	Pr > F	Significación
TRAT	2	70.61031667	35.30515833	102.85	< ,0001	**
BLOQ	3	1.29766667	0.43255556	1,26	0,3690	N.S.

(*) : Coeficiente de Variabilidad

(**) : Raíz del Error Cuadrático Medio (Mean Square Error)