

CARACTERIZACIÓN Y CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LOS SUELOS DE VIÑEDO EN EL MUNICIPIO DE FUENCALIENTE DE LA PALMA

Eduardo J. Pérez Hernández¹

FALTAN RESUMEN Y ABSTRACT

I. OBJETIVOS E INTERÉS DEL TRABAJO

Desde siglos atrás, el cultivo de la viña ha caracterizado el municipio de Fuencaliente de La Palma. Siendo un factor clave, el principal hasta hace pocos años de su economía.

La viña y la cultura del vino, forman parte de la realidad sociocultural del municipio, desde el léxico, la presencia en coplas o décimas del folklore, hasta ser el prin-

¹ Ingeniero Técnico Agrícola.

cipal elemento de las fiestas más populares de Fuencaliente, que llevan el nombre de «Fiestas de la Vendimia».

En la actualidad, aunque la superficie cultivada se ha reducido, sigue siendo el cultivo que mayor superficie ocupa. Su papel económico se ha visto relegado por la aparición de la platanera, en la década de los 60, en la costa del municipio, y por una incipiente implantación del turismo y otras actividades del sector terciario y secundario.

Aún así la viña y el vino siguen jugando un papel destacado en la economía del municipio.

Hechos que destacan de la importancia de la viña son: la creación de la primera cooperativa vitivinícola de Canarias en el año 1945, y la fama alcanzada por el malvasía de Fuencaliente, una de las variedades de uva cultivadas en el municipio, que junto a las condiciones edafoclimáticas de la zona, caracterizan a este tipo de vino.

En la producción vitícola intervienen distintos factores, como son: el clima, los suelos, la planta (variedades) y los hombres (manejo del cultivo).

Este trabajo, aunque hace referencia a todos estos factores que intervienen en la producción vitícola de Fuencaliente, pretende centrarse en estudiar las características del suelo.

El objetivo es realizar una caracterización y determinar la capacidad agrológica de los suelos de viñedo en el municipio de Fuencaliente. Haciendo referencia a las distintas zonas cultivadas.

Para el estudio se realizaron tomas de tierra de cinco zonas diferenciadas del municipio. Analizándose distintos parámetros como: estructura y textura, pH, materia orgánica, elementos asimilables y salinidad.

De la interpretación de los datos obtenidos se ha realizado un estudio de fertilidad y potencialidad vitícola. Con el fin de aportar alternativas en el manejo de los suelos, que repercutan en una mejora del cultivo.

Este trabajo pretende en la medida de lo posible, contribuir al mantenimiento y mejora del cultivo de la viña, que además de su importancia histórica, económica y sociocultural, cumple una función ecológica y paisajista importante y como factor demográfico, contribuyendo a mantener a la población en el medio rural.

II. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1. HISTORIA

La viña se introduce en Canarias a partir del siglo XIV. Ya a mediados del siglo XVI Gaspar Frutuoso indica de Fuencaliente: *«no le faltan finezas de las cosas que la tierra da, pues tiene muchas frutas»*.

En La Palma el desarrollo de la viticultura se realiza rápidamente, predominando en la agricultura hasta finales del siglo XVII, cuando, según Bethencourt Massieu, se produce la primera crisis del sector en la isla.

En el siglo XVIII es cuando se consolida, con importancia clara, el cultivo de la viña en Fuencaliente. *«La dedicación vinícola es del siglo XVIII, con anterioridad la mayoría de los campos eran pastizales destinados a cabras y ovejas»* (Afonso, L., 1985).

El siglo XIX será el más crítico del sector en toda su historia. Se produce la segunda crisis del cultivo en La Palma. La antigua riqueza vitícola había cedido hasta el punto de destinarse las tierras de viña al cultivo de cereales. Aunque por las características de los suelos de Fuencaliente, muy limitados para otros cultivos, la viña en este municipio no pasó a ser un cultivo marginal.

Escolar y Serrano (1983) en su detalle de la situación de los viñedos de cada municipio comenta que en Villa de Mazo: *«...el cultivo de las viñas es el que está más adelantado y mejor extendido en este pueblo»*. Hay que tener en cuenta que el estudio estadístico de Escolar y Serrano se realiza entre 1793 y 1806, época en la que, desde la conquista, el municipio de Fuencaliente estaba adscrito a la Villa de Mazo, ya que su secesión se produce en 1837. Juan de la Puerta Canesco, en su descripción geográfica de las Islas Canarias, en 1897, escribe de Fuencaliente: *«en terreno volcánico donde hay buenas viñas que producen excelentes vinos y ricas pasas»*.

En Fuencaliente, según las crónicas, durante el siglo XX se sigue manteniendo como cultivo principal, como recoge Díaz Lorenzo (1994) de una crónica del periódico La Solución, a principios de siglo XX que hace referencia a *«los miles de viñedos»* del municipio.

A mitad del siglo XX, se produce en La Palma la tercera gran crisis del sector, produciéndose un abandono masivo, sustituyendo la viña por otros cultivos sobre todo el plátano.

El caso especial de Fuencaliente: en Fuencaliente se mantiene la viña como cultivo principal a lo largo del siglo XX. Además, en 1945 se inscribe la primera Cooperativa vitivinícola de Canarias en Fuencaliente. La capacidad inicial de la bodega fue de 756.000 litros, lo que pone de manifiesto la importancia vitivinícola del municipio.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA COMARCA VITIVINÍCOLA DE FUENCALIENTE DE LA PALMA

La isla está dividida en tres comarcas o subzonas, como recoge el reglamento de la Denominación de Origen (BOC, 1994):

- Fuencaliente, que comprende los municipios de Fuencaliente, El Paso, Los Llanos de Aridane y Tazacorte. Esta zona también llamada Fuencaliente – Las Manchas, abarca la zona Sur y Oeste de la isla.
- Norte de La Palma, comprendiendo los municipios de Puntallana, San Andrés y Saucos, Barlovento, Garafía, Puntagorda y Tijarafe, ocupando toda la zona norte del municipio.
- Hoyo de Mazo, que comprende los municipios de Villa de Mazo, Breña Baja, Breña Alta y Santa Cruz de La Palma. Esta comarca llamada Hoyo de Mazo – Las Breñas, se sitúa en la parte oriental de la isla.

2.1. Rasgos físicos, municipio de Fuencaliente

El municipio de Fuencaliente de la Palma se sitúa en el extremo sur de la isla de La Palma, ocupando una superficie de 55,7 Km². Al norte limita con los municipios de Mazo, en la vertiente oriental, y de Los Llanos de Aridane y de El Paso, en la occidental.

La topografía se caracteriza por los numerosos conos volcánicos y malpaíses que cubren el suelo. Los conos se sitúan a lo largo de la prolongación de Cumbre Vieja, a ambos lados de ésta los campos de malpaíses y escorias volcánicas descienden hasta el mar. Carece de barrancos de importancia y las formas derivadas de la erosión casi no existen. Fuencaliente ha sido el municipio más afectado por las erupciones históricas y el que cuenta con mayor longitud de costas de la isla.

2.2. Climatología del municipio

Canarias se encuentra situada en la franja subtropical, pero a pesar de encontrarse en una zona límite para la viticultura de calidad, presenta una serie de condicionantes climáticos que atenúan estas limitaciones.

Los condicionantes climáticos que determinan el clima en La Palma, son los mismos que para el resto del archipiélago: la circulación de los vientos alisios, el relieve, la presencia de la corriente marina fría de Canarias y la influencia del continente africano; sin embargo las borrascas atlánticas suelen afectarle con mayor intensidad y frecuencia que a las restantes islas.

En Fuencaliente las condiciones climáticas varían según la orientación y el relieve de las distintas zonas del municipio. Los vientos dominantes, los del NE, se aceleran al ser desviados por la alineación montañosa de la cumbre; la vertiente occidental

o de sotavento es muy soleada y abrigada. Pero la dinámica de las corrientes de aire, afectada por el relieve, da lugar a situaciones meteorológicas complicadas en el extremo sur de la isla, lo que provoca con frecuencia nubosidad en la parte alta del municipio.

2.2.1. El clima y la vid

Dentro de los factores permanentes de la producción vitícola, el clima es posiblemente el que con mayor intensidad determina las posibilidades y la vocación vitícola del medio, en relación con las exigencias de las variedades de vid cultivadas y los destinos de la producción. (Saaymart, 1977).

La vid tiene unas exigencias climáticas bien determinadas, definidas fundamentalmente por las temperaturas, la insolación y las lluvias, teniendo también una influencia decisiva los mesoclimas y los microclimas.

Una de las primeras y más utilizadas clasificaciones climáticas, define las regiones climáticas a las cuales está adaptada una variedad. Esta clasificación se establece sumando las temperaturas durante el periodo activo de vegetación de la vid. En base a los datos obtenidos en California, donde se ideó esta clasificación, Winkler y Amerine consideran cinco regiones.

La primera es la más fresca y la quinta la más cálida. Se diferencian por las aptitudes para dar vinos más frescos y aromáticos en las primeras o más alcohólicos y con menos acidez en las últimas.

Para Fuencaliente, Bethencourt Piñero, González Díaz y Fariñas Álvarez, (1991) en la determinación de las regiones climáticas de La Palma, contemplan dos estaciones meteorológicas del municipio, una en los Canarios (740 m) y otra en Las Caletas a 570 m. En sus resultados, siguiendo la clasificación de Winkler y Amerine, asignan para ambas zonas donde se sitúan las estaciones meteorológicas la región III.

Estos resultados, como los autores indican, deben tomarse con prudencia, debido a la limitación que supone la escasa representatividad de las series termométricas y heliotérmicas.

Otra consideración a tener en cuenta para el municipio, es la situación de estas estaciones, una situada en los Canarios y la otra en las Caletas, por lo que sus resultados quizás no puedan ser extrapolables a todo el municipio, debido a que Fuencaliente se ve afectado por dos de las tres grandes zonas climáticas de la isla; una la que recorre la vertiente N, NE y E de la isla, y otra la que afecta a la vertiente occidental.

Es posible que la zona occidental, Los Quemados, Las Indias y El Charco, posean

una integral térmica mayor que la recogida por las estaciones meteorológicas de Los Canarios y Las Caletas. Pudiendo variar la región climática para estas zonas, de la III a la IV.

2.3. El cultivo de la viña

En Fuencaliente el cultivo de la viña se localiza entre los 200m y los 1200m sobre el nivel del mar. Es, pese a la reducción de los últimos años, el municipio con mayor superficie de viñedo de toda la isla, con un total de 297,5 has, lo que supone el 25,5% del total de viña cultivada en la isla y el 1,6% del total del archipiélago. La viña también es el cultivo que mayor superficie ocupa en el municipio seguido por el plátano que ocupa 244,1 has. La viña representa el 51,2% de todo lo cultivado en Fuencaliente. Estos datos, como dijimos anteriormente, ponen de manifiesto la importancia del cultivo de la viña para este municipio.

2.3.1. Formas de conducción. Las que las cepas se localizan sin un orden determinado y con una densidad de plantación muy baja, la forma de conducción es la tradicional.

2.3.2. Variedades. En Canarias el cultivo de la vid, se caracteriza por la existencia de un importante patrimonio genético de ecoclones o variedades de vitis vinifera. Patrimonio que se debe a la procedencia variada del material vegetal, a lo largo de los siglos, la ausencia de filoxera, el aislamiento comarcal y la tradición del agricultor canario de elaborar el vino «ligado» a partir de distintas variedades, lo que ha hecho posible que este patrimonio se mantenga hasta la actualidad.

Bethencurt Piñero, González Díaz y Fariñas Álvarez (op. cit.), recogen en el municipio de Fuencaliente las siguientes variedades: Alicante, Almuñeco, Baboso, Bastardo, Buenacasta, Bujariego, Burrablanca, Dulzal, Forastera, Gual, Gual Peludo, Huevogallo, Listán Blanco, Listán Corto, Listán Gacho, Listán Menudo, Listán Negro, Malvasía Blanca, Marmajuelo, Moscatel Blanco, Moscatel Negro, Negramolle, Negramolle Mulato, Negramolle peludo, Pedro Jiménez, Sabro y Verdello.

III. LA INFLUENCIA DEL SUELO EN LA PRODUCCIÓN VITIVINÍCOLA

1. EL SUELO Y LA VIÑA

La vocación vitícola de una zona está determinada en gran medida por el suelo. Las diferencias de calidad entre dos medios vitícolas de una misma región geográfica, y que tiene el mismo clima y encepamiento, están ligadas a las características del suelo.

Antes de llegar al concepto de suelo vitícola hay que distinguir entre suelo natural y suelo agrícola.

El suelo natural es la formación en superficie de estructura dúctil y espesor variable que resulta naturalmente de la transformación de la roca madre subyacente, bajo la influencia de diversos factores físicos, químicos y biológicos, sin intervención del hombre. El tipo de suelo depende evidentemente de la roca madre, pero sobre todo de la naturaleza de las transformaciones que ésta sufre, muy variables según la condiciones climáticas y la vegetación. De hecho, diferentes rocas madres pueden dar suelos parecidos. (Delmas, 1971).

El suelo agrícola resulta de la transformación del suelo natural por el hombre, mediante la aplicación de métodos agrícolas. Pero las raíces, en el caso de la viña, penetran muy por debajo de la capa laborable trabajada, a menudo a una profundidad de varios metros, y estas capas profundas intervienen en la producción agrícola, particularmente en la vitícola.

El suelo vitícola resulta de la modificación del suelo natural por las técnicas de cultivo tendentes a obtener un crecimiento óptimo y una calidad superior del producto, elegida en función de criterios ecológicos, geográficos y económicos, considerado capaz de permitir el crecimiento y desarrollo normal de la vid.

En la caracterización de un suelo vitícola ha de considerarse su origen geológico, el tipo de suelo natural y agrícola de que procede, y su caracterización vitícola, fundamentalmente la textura, fertilidad, la caliza total y la caliza activa, así como la presencia o ausencia de factores negativos como puede ser la salinidad.

La viña es una planta rústica, que se adapta y crece, en prácticamente todos los suelos existentes, salvo casos límite en que tampoco los hacen otros cultivos, pero indudablemente sus vinos están íntimamente ligados a sus diferentes perfiles pedológicos, textura, composición, ph, profundidad, etc.

Importancia de la raíz

A la hora de diferenciar cuales son los tipos de suelos más adecuados para el cultivo de la vid con vocación vinícola, hay que tener en cuenta la fisiología de la raíz: ésta se caracteriza por un amplio sistema radicular con raíces absorbentes muy delicadas; es por esto, por lo que la vid vegeta mejor en suelos compactos.

Las diferentes variedades de *Vitis vinifera* plantadas de estaca admiten una amplia gama de suelos; esto ha permitido que se difundieran en diversas partes del mundo, siendo el clima, el factor limitativo de su cultivo. Otro factor limitativo sobre pie franco es la presencia de filoxera, *Daktulophaira vitifoliae* (Fitch), también conocida como *Phylloxera vastratis* (Planchom), hasta ahora ausente en Canarias.

El sistema radical de la vid alcanza una gran extensión en superficie y una notable profundidad, por lo que el volumen de suelo explorado es muy considerable, volumen que aumenta con la edad de la parra. Las raíces superficiales que se desarrollan entre los 10 y 30 cm de profundidad, dependiendo de las labores y el tipo de suelo, están muy ramificadas, y entrecruzándose con las raíces de las cepas vecinas. La raíz pivotante central, o raíces pivotantes, en viñas plantadas de estaca, penetran en el suelo, presentando una escasa ramificación. Por tanto, al encontrarse raíces de la vid muy por debajo de la capa arable, el concepto de suelo precisa extenderse a toda la capa explorada por las raíces.

Por otra parte está comprobado que el vigor vegetativo es antagónico con una buena fructificación, pues el aumento de la superficie foliar produce una mayor asimilación, y por tanto, mayor acumulación de productos en el grano de la uva. Ahora bien, como cuanto más fértil es un terreno, mayor desarrollo adquirirá la planta, y la calidad del fruto desmerecerá dependiendo del manejo cultural; es, pues lo contrario de lo que se debe buscar para la viña: suelos de fertilidad media o escasa.

Así pues se considera como dogma vinícola que los buenos vinos se producen en los terrenos pobres y calizos, pero hay ocasiones en que en dificultades extremas de la tierra hacen que no se puedan producir vinos equilibrados, y que suelos fértiles llegan a producir vinos selectos, no siendo pues ello un condicionamiento exclusivo de la calidad de los vinos (Hidalgo, 1993).

Diferentes autores han presentado algunas propuestas acerca de la influencia del suelo sobre el viñedo asentado en él, y los tipos de suelo más adecuados para cada clase de vino, coincidiendo generalmente sus resultados con el planteamiento anterior.

Experiencias de Ribereau –Gayon y Peynaud (1982) demuestran la existencia de relaciones entre la naturaleza del suelo y el contenido en polifenoles de la uva, esta-

bleciendo que los terrenos ricos en nitrógeno den lugar a vinos pobres en extracto y antocianos.

Veres, Polakovic y Valachovic (1978) afirman haber establecido el papel que desempeñan los cationes sobre el balance de los ácidos orgánicos, la modificación del quimismo de la planta por la naturaleza del terreno y la proporción de iones absorbidos.

Siegel y Tarler (1961), Amerine, Berg y Cruess (1967), Winkler, Cook, Klewer y Lieder (1974), Armstrong y Wetherby (1976), consideran poco importante el efecto del suelo sobre la calidad de la uva, excepto en el caso en que existen factores fuertemente limitantes para el cultivo de la vid, tales como una proporción elevada de arcilla, una pequeña profundidad, un deficiente drenaje y una fuerte concentración de sales o de sustancias tóxicas. A este respecto Oancea et al. (1978) consideran que los principales factores edáficos que limitan el cultivo de la vid son una cantidad de arcilla superior al 45%, una conductividad hídrica reducida, un débil drenaje, la preponderancia de la montmorillonita y una cantidad elevada de caliza activa.

Según todos estos autores, cuando no existen tales factores limitantes del cultivo, la acción del suelo es más importante por sus propiedades físicas, que por las químicas. Seguin (1971) estudiando la importancia de la estructura del terreno en Burdeos establece una relación entre las condiciones físicas del terreno y las características de ciertos grandes «crus», que presentan un profundo desarrollo del sistema radical. Análogamente Ionescu (1978) para la evidencia de una correlación positiva entre la porosidad del terreno y producción, y una correlación negativa entre esta última y la resistencia del suelo o la penetración (Hidalgo, 1986).

Reynier (1974) señala que los suelos con vocación vitícola son con frecuencia bastante pobres, poco profundos y bastante bien drenados. En estas condiciones permiten obtener un vino de calidad con rendimientos moderados; en cambio los suelos profundos y fértiles dan generalmente vinos de menor calidad pero con rendimientos altos.

Hidalgo (op. cit) señala que los suelos áridos, pobres, poco profundos, como consecuencia de un potencial vegetativo limitado, permiten la obtención de productos precoces, buenas uvas de mesa y vinos de elevada graduación alcohólica y alta calidad: los viñedos más famosos del mundo por la calidad de sus productos se encuentran sobre terrenos pobres, incluso con abundancia de guijarros graníticos, silicios, margosos o calizos. Por el contrario, los suelos frescos, fértiles y profundos convienen a la producción de vinos ordinarios o uvas de mesa de calidad corriente.

Así pues, en general todos los autores coinciden en los siguientes puntos acerca de los requerimientos de la vid con destino a la producción de vino:

- Las mejores calidades son obtenidas en suelos secos o semisecos, mientras que en los suelos húmedos dan productos abundantes pero de escasa calidad.
- Vegeta mejor en suelos sueltos que en los compactos.
- Suelos con un alto contenido en materia orgánica hacen disminuir la calidad del vino.
- No tolera los suelos muy básicos (con altos porcentajes de caliza activa) vegetando mejor en suelos ligeramente ácidos.

2. EL SUELO CANARIO Y LA VIÑA

Aunque las anteriores referencias son muy válidas, hay que tener en cuenta que están definidas para unas condiciones muy diferentes a las canarias: por un lado, los suelos canarios son de procedencia volcánica, mientras que aquellos donde en su mayoría se han realizado estos estudios generalmente son suelos calizos o graníticos; los terrenos volcánicos se caracterizan por ser ricos en sustancias minerales, y por ello, dotados de gran fertilidad; son terrenos ligeros y muy permeables, en general, pobres en calcio y fósforo, y mejor dotados de nitrógeno y potasio; además el pH por su naturaleza volcánica es ligeramente ácido, salvo en vertisoles y aridisoles (suelos marrones) donde el pH es básico.

Agronómicamente el viñedo constituye en Canarias el cultivo más idóneo para los terrenos poco fértiles, en gran parte de los casos pobres, secos o semiáridos, generalmente cascajosos y pedregosos, muy pendientes, y frecuentemente de poco fondo y escasa fertilidad natural para los que no se vislumbra otro cultivo más económico.

Por otro lado, la no existencia de filoxera en Canarias, no hace necesario el cultivo de la vid (*Vitis vinifera*) sobre patrones americanos, con lo que las exigencias edáficas tienen algunas variaciones: las características principales de la *Vitis vinifera* son la alta resistencia a un gran porcentaje de caliza activa en el suelo y su gran capacidad de soportar condiciones de sequedad extrema. Según Ferraro, *V. vinifera* tolera altas concentraciones calcáreas, que van de 60 a un 70% de carbonato de calcio. Otra característica es su resistencia a la salinidad.

IV. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LOS SUELOS DE VIÑEDO EN FUENCALIENTE: RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DETERMINACIONES

La capacidad agronómica de un suelo viene determinada por clases agrológicas de suelos, que se definen teniendo en cuenta una serie de factores extrínsecos e intrínsecos.

Jiménez et al (1990) en un estudio sobre la capacidad de utilización agronómica de los suelos de las Islas Canarias considera entre los primeros: pluviometría, temperatura, pendiente y erosión, y entre los segundos: profundidad, textura, pedregosidad, rocosidad y salinidad. La combinación de estos factores permite incluir a los suelos en ocho clases diferentes de capacidad agrológica que nos van a especificar las limitaciones que padecen.

Las clases agroecológicas de los suelos son:

Clase I. Estos suelos permiten el cultivo de una amplia gama de plantas. Son suelos que no presentan limitaciones que restrinjan su explotación y cuando se dedican al cultivo exigen prácticas de conservación muy sencillas.

Clase II. En esta clase, los suelos presentan alguna limitación que restringe el rango de plantas cultivables o hace necesario el empleo de prácticas de conservación moderadas.

Clase III. Los suelos sufren una mayor restricción para los cultivos posibles, y la aplicación de métodos de conservación son más complicados.

Clase IV. Los suelos que entran en esta clase permiten únicamente el cultivo de un número reducido de especies con rendimientos escasos, requiriendo un manejo mucho más cuidadoso. Esta clase puede representar el límite de las clases de suelos cultivables.

Clase V. Estos suelos presentan tantas limitaciones, que sólo serían utilizables para pastos, bosques o reserva natural. Están excluidos los riesgos de erosión, o ser estos muy pequeños (pendientes menores del 3 %).

Clase VI. Presentan el mismo uso que los suelos de la clase anterior, con la diferencia de que presentan condiciones físicas que permiten realizar labores de mejora mediante siembra, encalado, fertilización, drenajes, etc.

Clase VII. Misma utilización que las dos clases anteriores, pero en ésta las condiciones físicas no hacen viable, ni económicamente rentable, la mejora de pastos.

Clase VIII. Presentan tal cantidad de limitaciones que hacen imposible su aprovechamiento agrológico y se destinan para recreo, reserva natural, abastecimiento de agua o fines estéticos. Se incluyen en esta clase los afloramientos rocosos, playas, núcleos urbanos, etc.

Clases agroecológicas de los suelos de viñedo de Fuencaliente:

— Una superficie importante del término municipal se ha evaluado en la clase VII, y está constituida por suelos formados por cenizas volcánicas con muy poca alteración (picón). Son áreas que en cualquier otra situación sólo permitirían el aprovechamiento forestal, pero que en este caso, dadas las condiciones climáticas con presencia permanente de nieblas cuya humedad es retenida por las cenizas, permite el cultivo de plantas leñosas, con raíces fuertes y profundas, como la viña. Los suelos

de la clase VII ocupan 2345 has (45,7% de la superficie del término municipal) distribución por encima de 200 – 300 m, suelos vítricos. (Díaz Ríos, 1986).

Clase VII. Los recintos definidos en esta clase presentan tal número de limitaciones, que cualquier proyecto de mejora para aprovechamiento agrícola rebasaría todos los límites económicos previsibles. En consecuencia su aprovechamiento ha de ser eminentemente forestal, o con cultivos arbóreos (almendro, viñas, higueras, etc.).

Subclase VIIs. Esta subclase está asociada a materiales muy recientes y se localiza preferentemente en la mitad sur de la isla. Se incluyen en esta subclase recintos situados en zonas de pendiente suave o moderada, inferior al 20%, donde las limitaciones principales son de tipo edáfico. La mayor parte de la producción de viña de la isla de La Palma se obtiene precisamente en suelos de esta subclase VIIs en el municipio de Fuencaliente. Vemos aquí, excepcionalmente que suelos incluidos en la clase VII, pueden tener un uso agrícola rentable.

Subclase VIIes. La mayor parte de estos suelos corresponden a zonas situadas en pendientes comprendidas entre el 30% y 50% formados por coladas o cenizas basálticas recientes con muy poca alteración, consecuentemente se localizan en la mitad sur de la isla en zonas de altitud media y elevada. Vocación eminentemente forestal. En la actualidad se encuentra bajo bosque o en cultivos de viña, higueras o almendros.

1. NECESIDADES ALIMENTICIAS DE LA VIÑA

Para el caso de la vid, las nociones básicas relativas a la nutrición de las plantas con clorofila y el comportamiento en el suelo de las soluciones minerales son válidas. Sin embargo, la longevidad de esta planta, la exigencia de algunos patrones (en Canarias la viña se cultiva sobre sus mismas raíces), el deseo de mejora constante de la calidad de los productos a obtener, plantea problemas particulares.

La vid tiene unas necesidades en elementos minerales muy pequeñas en comparación con otros cultivos incluso para rendimientos relativamente elevados. La capacidad de adaptación de la vid a suelos de escasa fertilidad es difícil de encontrar en otras plantas. Su sistema radical explora un volumen de suelo y subsuelo muy importante. Sus raíces son activas desde muy pronto en primavera hasta muy tarde en otoño, por lo que disponen de un largo periodo para absorber los elementos necesarios. Sus órganos perennes actúan como reservorios importantes de elementos minerales. Las hojas, y en algún caso la madera de poda, pueden ser reintegradas al suelo y suponen, ambas alrededor del 90% del crecimiento anual.

2. ESTUDIO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE VIÑEDO DE FUENCALIENTE

2.1. Parte experimental. Material y Métodos

El estudio de la fertilidad de los suelos, desde el punto de vista químico, está basado en los datos de los análisis químicos, de las muestras de suelo recogidas en las diferentes zonas del municipio, realizados en el laboratorio Agrobiológico del Cabil-do Insular de La Palma.

Zonas de muestreo:

Para la recogida de muestras se diferenciaron cinco zonas, siendo estas las más representativas del municipio en cuanto al cultivo de la vid. Las zonas elegidas fueron: Rivero, El Tablado, Llanos Negros, Machuqueras y Las Caletas, situadas a distintas alturas y orientaciones.

Para el estudio se analizaron un número de tres parcelas por cada zona, salvo para la zona de Las Machuqueras donde se muestrearon cuatro parcelas.

Toma de muestras:

Las muestras se recogieron a partir de la realización de tres catas de tierra por cada parcela, recogiendo un kilogramo de tierra en cada cata. Después de mezclado se analizaba un kilogramo de tierra por parcela, salvo en las zonas de Los Llanos Negros y Las Machuqueras donde se recogieron muestras de los dos horizontes observados.

En las zonas de Rivero, El Tablado y Las Caletas, las catas se hicieron a una profundidad de 90 cm. En las zonas de Las Machuqueras y Los Llanos Negros, por la existencia de dos horizontes diferenciados, debido a los enarenados naturales presentes, la profundidad de las catas varía desde los 90 cm hasta los 170 cm, en todos los casos con 50 cm de profundidad para el horizonte dos. Las herramientas utilizadas para la toma de catas fueron una pala, una cuchara de albañil y cuchillo.

2.2. Estudio de las propiedades de los suelos

2.2.1. *Estructura, textura del suelo*

El suelo se puede considerar en su conjunto como un sistema constituido por tres fases (sólida, líquida y gaseosa) pudiéndose distinguir cuatro grandes componentes:

materia mineral, materia orgánica, agua y aire, íntimamente ligados mezclados entre sí y originando un medio ideal para el crecimiento de las plantas.

De estas tres fases, la sólida posee una mayor estabilidad, menor capacidad de variación, por lo que suele servir, en términos generales, para la caracterización del suelo. La fase sólida mineral es una mezcla de materiales que se diferencian entre sí en su composición y en sus propiedades. Estas características están íntimamente relacionadas con su tamaño.

Existen partículas más o menos gruesas que tienen una analogía casi total con el material original de donde proceden; se caracterizan por su escasa actividad físico – química y constituyen las llamadas fracciones gruesas: piedras, gravas y arenas. Otras han sufrido una mayor transformación e incluso no se puede reconocer su parentesco con el material originario; son partículas con una mayor actividad, de menor tamaño y constituyen las fracciones finas, limos y arcillas.

Teniendo en cuenta, la gran influencia que el tamaño de estas partículas tiene sobre las propiedades más importantes de todo suelo, se han clasificado en grupos según su tamaño, utilizando el análisis mecánico o granulométrico. Existen distintas clasificaciones, las más importantes son: la establecida por el Departamento de Agricultura de los EEUU, la propuesta por la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo y la adoptada por la Unión Europea. Para la realización de este trabajo se ha utilizado el Sistema Internacional que distingue entre:

Arena gruesa $2000 > \varnothing > 200 \mu\text{m}$

Arena fina $200 > \varnothing > 20 \mu\text{m}$

Limo $20 > \varnothing > 2 \mu\text{m}$

Arcilla $< 2 \mu\text{m}$

Además de utilizar el diagrama para la determinación de la textura de un suelo, del Departamento de Agricultura de los EEUU (USDA).

El conocimiento de la textura del suelo está íntimamente relacionado con la plasticidad, permeabilidad, facilidad de laboreo, sequedad, fertilidad y productividad del mismo. Aunque debido a la variabilidad de la naturaleza mineralógica de las fracciones, no pueden hacerse generalizaciones amplias de los distintos suelos.

A continuación se exponen los resultados de los análisis granulométricos realizados para las distintas zonas del municipio.

Machuqueras	Limo %	Arcilla %	Arena fina %	Arena gruesa %	Textura-Tipo de suelo
Pol24 Parc53 ...H1	1,28	7,70	11,91	79,11	Arena
Pol24 Parc53 ...H2	11,54	10,25	16,17	62,04	Franco Arenosa
Pol24 Parc54 .H1	2,62	5,24	15,98	76,16	Arena
Pol24 Parc54 ...H2	2,66	3,98	14,75	78,61	Arena
Pol24 Parc59 ...H1	1,31	5,25	12,67	80,77	Arena
Pol24 Parc59 ...H2	3,97	9,27	14,83	71,93	Arena Franca
Pol02Parc236 ...H1	5,92	1,19	14,95	77,94	Arena
Pol02Parc236 ...H2	9,45	6,77	13,55	70,19	Arena Franca

Llanos Negros	Limo %	Arcilla %	Arena fina %	Arena gruesa %	Textura-Tipo de suelo %
Pol09Parc318 ...H1	1,18	3,54	26,09	69,19	Arena
Pol09Parc318 ...H2	12,47	9,71	47,76	30,06	Arena franca
Pol09Parc355 ...	3,80	6,40	24,80	65,00	Arenoso*
Pol09Parc408	3,08	7,16	21,86	67,90	Arenoso*

* Frontera con Arena-franco.

El Tablado	Limo %	Arcilla %	Arena fina %	Arena gruesa %	Textura-Tipo de suelo
Pol.17Par.454	1,34	8,03	14,75	75,88	Arena
Pol.4 Par.243-b	7,42	25,50	29,32	37,76	Franco Arcillo Arenoso
Pol.4 Par.243-a	7,80	10,92	19,61	61,67	Arena-Franca

Rivero	Limo %	Arcilla %	Arena fina %	Arena gruesa %	Textura-Tipo de suelo
Pol25Parc222	1,26	7,53	17,16	74,05	Arena
Pol25Parc225	5,44	6,79	20,52	67,25	Arena
Pol25Parc332	9,21	11,69	20,42	58,68	Franco Arenosa

Las Caletas	Limo %	Arcilla %	Arena fina %	Arena gruesa %	Textura-Tipo de suelo
Pol03parc240	4,83	9,16	21,64	64,37	Arena franca
Pol06Parc118	3,84	9,29	22,09	64,78	Arena franca
Lomo Alto	1,70	7,70	18,61	71,99	Arena

Pol: polígono. Par: parcela.

Como se observa, la textura o tipo de suelo predominante en todas la zonas analizadas es la de Arena – franca (variando desde arena hasta franco arenosa). Según la bibliografía revisada, se trata de la textura ideal para el cultivo de la vid para producciones de calidad.

2.2.2. pH

La reacción de los suelos es fundamental en la dinámica del equilibrio bioquímico y si se aparta mucho de la neutralidad puede dar lugar a limitaciones en el crecimiento de los vegetales. En general los suelos de vid presentan valores de pH muy variados, encontrándose viñedos productivos sobre suelos desde pH 4.5 hasta 8.5 en zonas muy calcáreas para estos últimos (Ribéreau Gayon, 1982).

En el caso de Fuencaliente, los pH de las zonas analizadas varían desde 5.8 hasta 7.5. Teniendo la siguiente distribución:

- Zona de Riveros. Tiene una media de 6.9, estando en el rango ligeramente ácido (pH 6-7, suelos ligeramente ácidos).
- Zona El Tablado. La media de las muestras tomadas es de 6.5, un poco más ácida que la zona de Riveros, pero también en el rango de los suelos ligeramente ácidos.
- Zona de Las Caletas. En este caso la media de pH fue de 6.0 situándose en los suelos ligeramente ácidos, pero en el límite con los suelos ácidos que comprenden el pH entre 5 y 6. La muestra de menor pH fue de 5.8 y la de mayor de 6.3.
- Zona de las Machuqueras. En esta zona, al igual que en Los Llanos Negros se tomaron muestras de dos horizontes diferenciados, como se expuso anteriormente. En el horizonte uno la media registrada fue de 7.1 (se mantiene prácticamente constante en todas las muestras). En el horizonte dos la media es de 7.37. Situándose ambos horizontes entre los suelos ligeramente alcalinos (rango de pH entre 7 y 8).

- Zona de los Llanos Negros.- para el horizonte uno se registra una media de pH de 6,9 y el horizonte dos tiene una media de 6,97, siendo suelos prácticamente neutros, situándose en el rango de los suelos ligeramente ácidos.

Según Delmas (1982) los pH convenientes para las raíces de vid y para su buena nutrición se mueven en el rango de 5,2 a 7,5, y las técnicas y el material vegetal deberán elegirse según el valor de pH que se pueda mantener. Calderón (1983) restringe este intervalo de pH de 6 a 7,5.

2.2.3. *Materia Orgánica*

La fracción orgánica de los suelos presenta enorme importancia, ya que repercute en muchas de sus propiedades, tanto físicas, químicas como biológicas. En general la vid no se planta en suelos «humíferos». La riqueza en humus de un suelo está ligada a la intensidad de la evolución pedológica y al clima regional, pero también a la topografía y a las técnicas de cultivo (Ribéreau Gayon, 1982). Muchas de las regiones productoras de vid, se encuentran sobre suelos pobres en reservas húmicas. Ejemplo de esto son, tanto los famosos vinos de Burdeos, como los Argamagnac, que proceden de suelos extremadamente pobres en materia orgánica.

En Fuencaliente, el contenido en materia orgánica, obtenido de los análisis realizados, es muy pobre para todas las zonas del municipio. Situándose este por debajo del 2% en todos los casos:

- Las Machuqueras: La media en esta zona es para el horizonte 1 de 0,55%. Para el horizonte 2 la media es de 0,80 %, lógicamente superior a la del horizonte uno.
- Llanos Negros: registra una media para el horizonte 1 del 0,1 %. Para el horizonte 2 el porcentaje de materia orgánica es de 0,97 %.
- El Tablado: En esta zona el porcentaje medio de materia orgánica se sitúa en 1,13 %, algo superior a las dos zonas anteriores
- Rivero: presenta una media del 1,17 %, siendo la zona con mayor porcentaje de materia orgánica. Al igual que la zona del Tablado, están situadas en la parte alta del municipio.
- Las Caletas: esta zona presenta los porcentajes más bajos de materia orgánica, situándose la media en 0,42%.

Normalmente se considera que para niveles inferiores a un 2% en materia orgánica, los suelos son considerados bajos en la misma. Aunque como se citó anterior-

mente existen zonas de viñedo, caracterizadas por sus excelentes producciones, cuyos contenidos en materia orgánica son muy pobres.

En el caso de Fuencaliente, los suelos de viñedo de las zonas estudiadas, están todos por debajo del 2% de materia orgánica. Y a excepción de las zonas más altas, Rivero y el Tablado, el resto de suelos se sitúan incluso por debajo del 1% en Materia Orgánica, constatándose como suelos muy pobres en materia orgánica. Por lo que sería interesante incrementar este porcentaje, mediante el aporte de materia orgánica (estiércol, compost, etc.).

También la utilización de subproductos de la viticultura (sarmientos y orujos) constituyen una solución más que aceptable (Delas, 1967). Debería estudiarse la conveniencia de dejar los restos de poda en el terreno. Otra alternativa para incrementar la materia orgánica, sería la utilización de los subproductos (engazos, orujos) de la Cooperativa Llanovid y otras bodegas, tras su compostaje para luego aplicarlo al terreno.

En este tipo de suelos arenosos, la materia orgánica se destruye muy fácilmente y la movilización de los elementos fertilizantes los pone en condiciones óptimas para su absorción por las plantas. Además, la aportación de materia orgánica en la fertilización mejora el perfil aromático de los vinos (Ruiz Hernández, 2001).

2.2.4. Contenido de elementos minerales asimilables por las plantas

Alrededor del 95% de la materia seca de los vegetales está compuesta por carbono, oxígeno e hidrógeno. El 5% restante está formado por distintos elementos minerales. Con excepción del C, O e H, que el vegetal extrae del agua y del aire, el resto de elementos esenciales para la vida, son absorbidos normalmente del suelo.

Dentro de los elementos minerales que intervienen en la nutrición vegetal, se suelen distinguir cuatro categorías. Elementos principales: nitrógeno, fósforo y potasio, son imprescindibles para el desarrollo vegetal, y extraídos por las plantas en cantidades importantes. Elementos secundarios: calcio, magnesio y azufre, imprescindibles y extraídos en cantidades similares o superiores a los anteriores, pero normalmente no se hacen aportes concretos en fertilización. Microelementos u oligoelementos: hierro, manganeso, boro, cobre, cinc, molibdeno y cloro, también son imprescindibles para el desarrollo vegetal, pero son absorbidos en cantidades pequeñas. Microelementos no esenciales: sodio, silíceo, flúor, cobalto, etc, son elementos encontrados en las plantas, algunos en cantidades considerables como el Na y Si en algunos casos, aunque no está comprobado que sean esenciales para el desarrollo vegetal.

La viña necesita, para desarrollarse, 15 elementos nutritivos. Nueve de ellos cons-

tituyen los macroelementos- De una parte C, O, H que no son elementos minerales en el sentido estricto del término, por otra parte Ca, N, K, P, Mg y S. Los otros seis: Fe, Zn, Bo, Mn, Cu y Mo son oligoelementos. Otros elementos Si, Al, Cl y Na, también presentes en los órganos de la viña, no parecen sin embargo ser indispensables.

La determinación de las reservas totales de los distintos elementos minerales presentes en el suelo no proporciona ningún criterio de apreciación de la potencialidad nutritiva del suelo para la vid. Además, se conoce que en condiciones iguales, cuanto más rico en elementos asimilables es un suelo en el análisis, mayor es su capacidad para nutrir a la vid. La fertilidad del suelo depende de un modo directo de la naturaleza y concentración de los elementos minerales útiles presentes en la zona explorada por las raíces.

En cuanto a la evaluación de los elementos nutritivos que los suelos aportan a la vid en formas asimilables, se comenta lo siguiente:

2.2.4.1. *Fósforo*

Desde el punto de vista cuantitativo la cantidad absorbida de nitrógeno, potasio, calcio y azufre es generalmente superior a la de fósforo. Sin embargo, su importancia radica en un punto de vista cualitativo ya que interviene en tantas funciones que únicamente el nitrógeno le iguala o supera.

El fósforo es un elemento esencial para todos los organismos vivos, se encuentra en la planta en menor proporción que el nitrógeno y como éste, constituye un factor de crecimiento. Interviene en la mayoría de las grandes funciones fisiológicas de la planta (respiración, síntesis de proteínas, glúcidos, etc.). La carencia de fósforo se traduce en graves trastornos del metabolismo vegetal.

El fósforo favorece el desarrollo del sistema radical, la fecundación, floración y el cuajado de los frutos, así como la maduración de los mismos, lo que implica un aumento de la glucosa en los mostos. Un buen abastecimiento de fósforo permite a las estacas de vid un mejor enraizamiento y una mejor lignificación.

Según Hidalgo (1993), la deficiencia de fósforo da lugar a una disminución del alargamiento y número de entrenudos en los pámpanos, con una débil fructificación, envero retardado y bayas pequeñas como principales consecuencias.

Las reservas de fósforo en el suelo la constituyen formas más o menos accesibles para las plantas. Distinguiendo: el fósforo mineral insoluble (de la roca madre, retrogradado, precipitado o combinado), el fósforo orgánico, el fósforo adsorbido en el complejo adsorbente y el fósforo solubilizado en la solución del suelo; siendo estas dos últimas fórmulas las que constituyen el fósforo asimilable. Se considera que los

intercambios son fáciles y rápidos entre el fósforo adsorbido y el fósforo disuelto en la mayoría de los suelos cultivados. La fijación del fósforo en el humus y en los microorganismos del suelo permite una rápida asimilación por las plantas. Por tanto es fundamental mantener reservas de humus en cantidad suficiente y procurar favorecer la actividad microbiana de los suelos a su nivel más óptimo, ya que la utilización de abonos fosfatados no puede compensar a largo plazo, las pérdidas en este elemento. En este sentido, la asociación de micorrizas en viña mejoran cuantitativamente, las absorciones de P por parte de la planta.

Según Winkler (1974), una hectárea de viñedo extrae del suelo una cantidad de fósforo equivalente a la sexta parte del nitrógeno utilizado por la misma planta.

Contenido en fósforo de los suelos estudiados:

— *Machuqueras*

En el horizonte 1 la media registrada es de 12,5 ppm de fósforo, aumentando para el horizonte 2, donde la media es de 18,5. En ambos horizontes los contenidos en fósforo son bajos al situarse por debajo de las 25 ppm.

— *Llanos Negros*

En esta zona los resultados obtenidos fueron sorprendidos al presentar para el horizonte 1 una media de 24 ppm, mientras que en el horizonte 2 la media fue de 12 ppm. Siendo también bajos los contenidos en P.

— *El Tablado*

Registra una media algo superior a las zonas anteriores, estando en las 20 ppm, aún así el contenido en fósforo sigue siendo bajo al situarse por debajo de las 25 ppm.

— *Rivero*

Los suelos de Rivero presentan una media de 18,7 ppm

— *Las Caletas*

Es la zona que registra los valores más bajos en fósforo, con una media de 12 ppm.

Las medias de todas las zonas analizadas se sitúan en valores bajos de fósforo asimilable (< 50 ppm), con pequeñas variaciones de una zona a otra. Únicamente dos análisis de todos los realizados, uno en la zona de Riveros y otro en El Tablado, las zonas más altas, superan las 25 ppm.

2.2.4.2. *Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) y porcentajes de cationes*

Éste índice se refiere a la capacidad de un suelo para retener o almacenar cationes, también nos podemos referir a él como la Capacidad Total de Cambio. La C.I.C. nos permitirá conocer la posibilidad de aumentar el nivel de nutrientes a costa del hidrógeno y del aluminio en los suelos ácidos, y de crear o mejorar las reservas de algunos de ellos.

Por tanto uno de los índices más expresivos de la fertilidad potencial de los suelos es la capacidad de cambio, teniendo además gran importancia en la regulación de la fertilización. Los suelos de capacidades de cambio bajas necesitarán unos abonos más equilibrados y frecuentes, mientras que los de capacidad elevada pueden retener una mayor proporción de nutrientes y admiten, generalmente, mayor variabilidad en las fórmulas de abonado.

CIC de los suelos de viñedo de Fuencaliente:

En todas las zonas analizadas la media registrada se sitúa por debajo de los 20 meq/100gr de suelo, lo que representa niveles bajos de la C.I.C.

— Las Machuqueras

Presenta una media para el horizonte 1 de 2,70 meq/100gr de suelo presentando niveles muy bajos de la C.I.C., para el horizonte 2 la media es de 7,40 meq/100gr de suelo nivel significativamente superior al registrado para el horizonte 1, situándose ambos horizontes en niveles muy bajos de C.I.C. (< 10 meq/100gr de suelo).

— Los Llanos Negros

El horizonte 1 presenta una C.I.C. de 3,85 meq/100gr de suelo, para el horizonte 2 la media registrada, al igual que en la zona de Las Machuqueras, es superior a la anterior siendo la C.I.C. media de 10,90 meq/100gr de suelo lo que representa niveles bajos de C.I.C. (10-20 meq/100gr de suelo).

— El Tablado

La media registrada en esta zona es de 11,33 meq/100gr de suelo, superior a la C.I.C. de las zonas anteriores, pero situándose también en niveles bajos de C.I.C. (10-20 meq/100gr de suelo).

— Rivero

Esta zona registra la C.I.C. más elevada siendo la media de 12,97 meq/100gr de suelo.

— *Las Caletas*

Registra junto con la zona de Rivero, los valores más altos de la C.I.C. siendo de 12,51 meq/100gr de suelo.

Relaciones medias de los cationes de cambio con respecto de la C.I.C.

— *Las Machuqueras*

Hor1: Ca 39,3% - Mg 18,8% - K 3,9% - Na 3,75%

Hor2: Ca 37,6% - Mg 26,1% - K 4,3% - Na 5,5%

— *Los Llanos Negros*

Hor1: Ca 41,6% - Mg 10,4% - K 2,6% - Na 4%

Hor2: Ca 37,2% - Mg 20,5% - K 5,0% - Na 4,7%

— *El Tablado*

Ca 41,5% - Mg 13,6% - K 4,8% - Na 4,7%

— *Rivero*

Ca 39,5% - Mg 15,8% - K 4,1% - Na 3,5%

— *Las Caletas*

Ca 35,1 % - Mg 11,8% - K 3,4% - Na 3,9%

2.2.4.3. Calcio

El calcio es un elemento esencial de la nutrición de las plantas, contribuyendo con otros cationes a asegurar el equilibrio necesario de la sabia con respecto a los ácidos orgánicos y minerales. Las cantidades que demanda la vid son importantes, superiores en peso a las del potasio (Delmas, 1982).

El calcio interviene de forma importante en las paredes celulares de los vegetales, en forma de pectatos de calcio y magnesio, que constituyen la lámina media de las membranas celulares. Juega un papel esencial en la estabilidad de las membranas. Asimismo se ha observado que son necesarias pequeñas cantidades de calcio para que se realice la mitosis normal, por lo que es importante para la división y crecimiento de la célula. Es muy importante para el desarrollo de las raíces, interviniendo en la multiplicación y crecimiento celular y en la neutralización de hidrogeniones. Otras funciones son las de actuar sobre la traslocación de hidratos de carbono y proteínas

en el interior de la planta, así como regular la absorción de nitrógeno. Fundamentalmente está relacionado con la corrección de los suelos con elevada acidez.

Contenido de Ca:

— *Las Machuqueras*

El contenido en calcio para esta zona es de 1,05 meq/100gr para el horizonte 1, siendo significativamente superior para el horizonte 2 con 2,85 meq/100gr. En ambos casos las medias son inferiores a 5 meq/100gr

— *Llanos Negros*

Para el horizonte 1 se obtuvieron 1,6 meq/100gr, mientras que como en las Machuqueras para el horizonte 2 la cantidad de calcio es superior, siendo de 3,87 meq/100gr. Valores también inferiores a 5 meq/100gr.

— *El Tablado*

La media de Ca registrada en esta zona es de 4,67 meq/100gr

— *Rivero*

Presenta una media de 4,87 meq/100gr de Ca. Junto con El Tablado estos suelos son los de mayor contenido en calcio, siendo inferior a los 5 meq/100gr.

— *Las Caletas*

La media en contenido en calcio es de 4,26 meq/100gr.

2.2.4.4. *Magnesio*

El magnesio se encuentra en el suelo combinado en formas orgánicas (importancia pequeña frente a las formas minerales) y minerales (aparece como silicatos, carbonatos, sulfatos y cloruros con distintos grados de alterabilidad). Además existe Mg^{2+} , fijado en el complejo adsorbente y libre en la solución del suelo, del que se nutre la planta (Loué et Boulay, 1984).

En la planta el Mg realiza dos funciones importantísimas y esenciales que corresponden a procesos de la fotosíntesis y del metabolismo glucídico. El Mg forma parte de la molécula de clorofila sin la cual la fotosíntesis no se realiza, e interviene en el metabolismo de glúcidos activando los enzimas que intervienen en el proceso. Además interviene en la absorción y traslado del fósforo y actúa en la formación de

grasas, proteínas, azúcares y vitaminas vegetales. Al igual que el potasio, contribuye a la turgencia de las células.

El magnesio se encuentra distribuido por toda la planta, pero sobre todo en las hojas jóvenes, y en los órganos reproductores. Aumenta la resistencia de las plantas a los factores ambientales adversos tales como sequía, enfermedades, etc., debido a su influencia positiva sobre la permeabilidad y engrosamiento de las membranas celulares. Sin embargo se sabe bastante poco sobre las diversas utilidades del Mg por parte de la vid, mientras que la necesidad de su presencia a un nivel elevado en la alimentación es bien conocida. Las necesidades son muy inferiores en peso a las concernientes al potasio (Delmas, 1982).

Entre el magnesio y el fósforo existe un sinergismo que eleva notoriamente la asimilación del fósforo y facilita su transporte a la planta.

Contenido de Mg:

— Machuqueras

Para el horizonte 1 se registra una media de 0,5 meq/100 gr de Mg, para el horizonte 2 la media es significativamente superior siendo de 1,95 meq/100gr. Inferiores a los 5 meq/100gr.

— Llanos Negros

El horizonte 1 presenta 0,4 meq/100gr de Mg, y como en los suelos de Las Machuqueras, para el Horizonte 2 hay un aumento significativo del contenido en Mg siendo éste de 2,4 meq/100gr.

— El Tablado

El contenido en magnesio para los suelos del Tablado tiene una media de 1,6 meq/100gr.

— Rivero

Presenta una media de 2,26 meq/100gr de suelo de Mg

— Las Caletas

Los suelos de la zona de Las Caletas analizados tienen como media Mg de 1,33 meq/100gr de suelo, presentando la media más baja.

Por lo expuesto anteriormente vemos que todas las zonas analizadas se encuentran por debajo de los 5 meq de Mg/ 100 gr de suelo, y no se aprecian grandes variaciones entre una zona y otra.

2.2.4.5. Sodio

Por lo general las plantas cultivadas requieren poca cantidad de sodio. Para este elemento, que desempeña un papel en el equilibrio de aniones y cationes, no se conoce ningún síntoma de carencia ni se sabe si es verdaderamente útil para la vid, como lo es, por ejemplo para la remolacha (Delmas, 1982). Aunque según Hidalgo el sodio es absorbido en cantidades importantes por la vid, jugando un papel destacado en el balance fisiológico de aniones y cationes, al ser puesto a disposición del viñedo, bien de un modo natural, como componente del suelo o aportado como elemento complementario de abonos y pesticidas.

En algunos suelos de viñedo, el contenido en sodio puede ser lo suficientemente alto para causar una condición típica de quemado de las hojas y una atrofia general de la vid. La quema se inicia en la orilla de las hojas y progresa hacia el interior, produciéndose síntomas que pueden fácilmente confundirse con la deficiencia de potasio (Winkler, 1978).

Contenido de sodio:

— Las Machuqueras

El horizonte 1 presenta una cantidad media de sodio de 0,37 meq/100 gr, mientras que el horizonte 2 tiene como media 0,8 meq/100gr. Cantidades inferiores a los 2 meq/100gr lo que representa niveles bajo de sodio.

— Llanos Negros

Presenta valores semejantes a los anteriores. En el horizonte 1: 0,4 meq/100gr y en el horizonte 2: 0,63 meq/100gr

— El Tablado

Junto con la zona de Las Caletas tiene los valores más bajos en contenido de sodio, con una media de 0,57 meq/100 gr de suelo.

— Rivero

Presenta una media de 0,8 meq/100gr de suelo

— Las Caletas

Son los suelos de menor contenido en sodio con una media de 0,53 meq/100 gr de suelo.

Ninguna muestra supera los 2 meq/100gr y sólo cinco análisis, dos en la zona de Las Machuqueras, dos en la zona de los Llanos Negros y otro en el Tablado tienen una cantidad de sodio superior al 4% sobre la CIC.

2.2.4.6. *Potasio*

En el suelo el potasio puede encontrarse en forma iónica (K^+), libre en la solución de suelo, fijado superficialmente sobre el complejo adsorbente ó en el interior de la red cristalina de algunas arcillas. También puede encontrarse combinado en distintos compuestos orgánicos o minerales.

En las plantas, el potasio, a menudo se encuentra acumulado en un porcentaje superior al del medio exterior (especialmente en plantas que crecen en terrenos salinos). La papa, el tabaco, la vid, etc., absorben grandes cantidades de potasio.

Ejerce un importante papel en el mantenimiento de la presión osmótica y en diversos procesos metabólicos como: la fotosíntesis, la asimilación del CO_2 y la síntesis de las proteínas y de los polihósidos; algunos enzimas que presiden las fosforilaciones (quinasas) son activados por el potasio. El ion potasio participa además en el mantenimiento del equilibrio ácido básico en la célula. Al intervenir sobre la presión osmótica celular, disminuye la transpiración y mantiene la turgencia celular. Su acumulación en la raíz crea un gradiente osmótico que permite el movimiento del agua en la planta. Es un elemento específico como regulador de apertura y cierre de los estomas, jugando un papel esencial en la economía del agua. Es notable su efecto sobre la resistencia a la sequía, como elemento regulador de la actividad de los estomas para reducir la transpiración, mejorando la utilización del agua para la planta. Interviene en la resistencia de las plantas al frío, heladas y deterioro de la permeabilidad de las membranas celulares. Como osmoregulador el potasio incrementa la resistencia de las plantas a la salinidad, mediante el incremento de la presión osmótica interior por acumulación de moléculas orgánicas, permitiendo llegar a niveles de tolerancia superior.

La vid, al igual que los demás cultivos, necesita potasio como elemento fundamental de su nutrición y lo requiere tal vez en mayor grado que el nitrógeno. Desempeña un papel importante en la formación, crecimiento y maduración de los sarmientos y uvas fundamentalmente en estas últimas en las que también influye en el tamaño. Favorece una correcta distribución de las reservas entre las diversas partes de la planta constituyéndose además en factor de longevidad (Figueruelo, 1986). La cepa bien abastecida en potasio, produce un buen rendimiento en uvas, pues este elemento actúa directamente sobre la fertilidad de las yemas, y además, como efectos secunda-

rios provoca un aumento en el contenido de glucosa de los mostos y resistencia a enfermedades criptogámicas y frente a los parásitos.

Además, el potasio es el catión predominante en la uva y en el vino, la cantidad oscila en uva de 1,5 a 3 gr/kg y en vino desde 2 gr/Kg hasta 0,5 en los vinos estabilizados por frío (Ruiz Hdez, 2002). Por otra parte en suelos arenosos se satura con K y pasa a la fruta y un exceso de potasio en fruta, contribuye a un aumento del pH del mosto (Ruiz Hernández, 2002), lo que supone un aspecto negativo.

Contenido de K:

— Machuqueras

El horizonte 1 presenta una media de potasio del 0,1 meq/100gr de suelo, para el horizonte 2 la media es mayor, siendo de 0,32 meq/100gr de suelo. Lo que representa cantidades muy bajas al situarse por debajo de 1 meq/100gr de suelo.

— Llanos Negros

Los resultados son similares a los de los suelos de Las Machuqueras. Para el horizonte 1 la cantidad de K es de 0,1 meq/100gr de suelo, y el horizonte 2 tiene una media de 0,47 meq/100gr de suelo.

— El Tablado

Presenta una media de 0,53 meq/100gr de suelo.

— Rivero

Junto con El Tablado, es la zona que presenta los suelos con mayor contenido de K, con una media, al igual que en la zona anterior de 0,53 meq/100gr de suelo. Aún así suponen contenidos muy bajos de potasio.

— Las Caletas

Presenta una media de K del 0,43 meq/100gr de suelo.

Todas las zonas presentan niveles muy bajos de potasio, por debajo de 1 meq/100 gr de suelo, y las variaciones entre una zona y otra no son significativas.

2.2.4.7. Relaciones entre K, Ca y Mg

Relación $K / (Ca + Mg)$

— *Las Machuqueras*

Para el horizonte 1, la relación varía desde 0,05 hasta 0,08 con una media de 0,07. El horizonte 2 varía de 0,06 a 0,08 con una media de 0,07.

— *Llanos Negros*

El horizonte 1 tiene una relación de 0,05. Para el horizonte 2 varía de 0,01 a 0,11 con una media de 0,06.

— *El Tablado*

La relación varía de 0,08 a 0,10 con una media de 0,09.

— *Rivero*

Varía de 0,07 a 0,08 con una media de 0,075

— *Las Caletas*

Los parámetros de la relación va de 0,06 a 0,09 con una media de 0,075.

Interpretación:

En todos los casos las medias de la relación se sitúan entre 0,02 y 0,10, que se identifican con niveles óptimos de K frente a los de Ca y Mg respectivamente. Estudios realizados en Tenerife, por Fernández Caldas y Borges Pérez en 1971, señalan que cuando la relación $K/Ca+Mg$ para los cationes de cambio variaba entre 0,02 y 0,10, los valores de la energía libre de intercambio de potasio (ELK) correspondían a niveles óptimos de K frente al Ca y Mg, para una nutrición equilibrada de la planta. Entre 0,10 y 0,20, para dicha relación, se corresponde con valores ELK de nivel alto de potasio frente al calcio y magnesio. Valores superiores a 0,20 se correlacionan con niveles excesivos de potasio frente a los correspondientes de Ca y Mg.

En ninguna de las zonas aparecen valores inferiores a 0,02, para esta relación, que han sido señalados por diversos investigadores como posibles deficiencias de K frente a los niveles correspondientes de Ca y Mg. Tampoco aparecen valores medios de la relación entre 0,10 y 0,20 que indicaría niveles altos de K frente al Ca y Mg.

Relación Ca/Mg

— Las Machuqueras

La relación en el Horizonte 1 varía de 1,7 a 2,5 con una media de 2,1, mientras que para el Horizonte 2 varía de 1,2 a 2,2, siendo la media de 1,5.

— Llanos Negros

Para el horizonte 1 la relación es de 4,0, para el horizonte 2 la media es de 2,07, variando de 1,4 a 3,25.

— El Tablado

La relación varía de 2,3 a 4, con una media de 3,17.

— Rivero

Registra una media de 3,4, variando de 1,7 a 6,7.

— Las Caletas

Varía de 2,4 a 4,3 con una media de 3,2.

Relación K/Mg

— Las Machuqueras

La relación varía, para el horizonte 1, de 0,16 a 0,25 con una media de 0,2, y para el horizonte 2 de 0,13 a 1,4 con una media de 0,16.

— Llanos Negros

El horizonte uno registra una relación de 0,25, para el horizonte 2 varía de 0,38 a 1,4 con una media de 0,81.

— El Tablado

Registra una media de 0,37, variando desde 0,27 a 0,50.

— Rivero

La relación varía desde 0,5 a 1 con una media de 0,83.

— Las Caletas

La media de la relación es de 0,32 y varía desde 0,2 hasta 0,42.

Relación K/Ca

— *Las Machuqueras*

Para el horizonte 1 registra una media de 0,10 y para el horizonte 2 de 0,12.

— *Llanos Negros*

Para el horizonte 1 la relación es de 0,06 y para el horizonte 2 la media es de 0,20.

— *El Tablado*

La media es de 0,11.

— *Rivero*

Presenta una media de 0,41

— *Las Caletas*

La media es de 0,10.

2.2.5. Salinidad

La resistencia de la vid a la salinidad es restringida, con menores exigencias en las variedades de vitis vinifera, que puede llegar a tolerar en condiciones favorables hasta un máximo del 1,6 por 1000 de sales solubles. (Christensen, Kasimatis y Jensen, 1978).

Ninguno de los suelos estudiados presenta problemas de salinidad, en todos los casos la conductividad eléctrica se sitúa por debajo de 1 dS/m, aunque existe un posible riesgo en el horizonte 2 de las parcelas 54 y 236 de las Machuqueras.

V. CONCLUSIONES

- En los análisis granulométricos del presente trabajo, los Suelos presenta una textura arenosa, o arena-franca. Según la bibliografía revisada, se trata de la textura ideal en el cultivo de la vid para producciones de calidad.
- Los suelos se sitúan en el intervalo de pH idóneo y recomendado para el cultivo de la vid. Aunque habría que tomar precauciones con los suelos de la Machuqueras y en menor medida con los de los Llanos Negros para evitar una

progresiva alcalinización. Como medidas preventivas se deberían retomar los tratamientos sanitarios con azufre, así como recomendar, en caso de abonados minerales, que estos sean a base de sulfatos. De igual modo habrá que tener en cuenta la evolución del pH en la zona de Las Caletas para evitar una acidificación excesiva de estos suelos.

- En el caso de Fuencaliente, los suelos de viñedo de las zonas estudiadas, están todos por debajo del 2% de materia orgánica. Y a excepción de las zonas más altas, Rivero y el Tablado, el resto de suelos se sitúan incluso por debajo del 1%, constatándose como suelos muy pobres en materia orgánica.

Sería interesante incrementar este porcentaje, mediante el aporte de materia orgánica (estiércol, compost, etc.).

También la utilización de subproductos de la viticultura (sarmientos y orujos) constituyen una solución más que aceptable (Delas, 1967). Debería estudiarse la conveniencia de dejar los restos de poda en el terreno. Otra alternativa para incrementar la materia orgánica, sería la utilización de los subproductos (engazos, orujos) de la Cooperativa Llanovid y otras bodegas, tras su compostaje para luego aplicarlo al terreno.

- Los valores de fósforo asimilable son inferiores a 50 ppm, con pequeñas variaciones de una zona a otra.
- En todas las zonas analizadas la media registrada se sitúa por debajo de los 20 meq/100gr de suelo, lo que representa niveles bajos de la C.I.C. Esto supone una baja fertilidad de los suelos, debido a su pobreza en materia orgánica, y a la textura de los mismos, para aumentar la fertilidad, es interesante la incorporación de materia orgánica.
- Todas las zonas presentan niveles muy bajos de potasio, por debajo de 1 meq/100 gr de suelo, y las variaciones entre una zona y otra no son significativas.
- Para la relación: $K/(Ca + Mg)$, en todos los casos las medias se sitúan entre 0,02 y 0,10, que se identifican con niveles bajos de K frente a los de Ca y Mg respectivamente.

En ninguna de las zonas aparecen valores inferiores a 0,02, para esta relación, que han sido señalados por diversos investigadores como posibles deficiencias de K frente a los niveles correspondientes de Ca y Mg. Tampoco aparecen valores medios de la relación entre 0,1 y 0,2 que indicaría niveles altos de K frente al Ca y Mg.

- Para la relación, Ca/Mg , todas las zonas muestreadas presentan una media entre 1 y 10, que según diferentes autores, son los niveles óptimos para la relación. Presentando una relación equilibrada de Ca/Mg , aunque con valores algo inferiores al ideal que suele considerarse en torno a 10 (Fregoni, 1987).

- En la relación K/Mg se ha señalado que el índice óptimo debe estar entre 3 y 7. Todas las medias de las zonas analizadas se encuentran por debajo. Aunque en todas las zonas muestreadas se encontraron parcelas con relación K/Mg por debajo de 3, habría que particularizar, ya que en la zona de El Tablado así como en parcelas concretas de otras zonas los contenidos de K son altos respecto a los de Mg. Lo que debe tenerse en cuenta para evitar carencias de Mg en los cultivos.
- En la relación K/Ca, en ninguna de las parcelas de las zonas estudiadas se llega al ratio adecuado de al menos 0,42.
- A modo de resumen, en la siguiente tabla se detallan los contenidos y recomendaciones para las distintas zonas muestreadas de municipio de Fuencaliente, en La Isla de La Palma.

Comentarios y recomendaciones generales sobre las diferentes determinaciones de los análisis de suelos de la zona de Fuencaliente, en la Isla de La Palma

Machuqueras	M.O.	pH	CE ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)	K/Mg	K/Ca	Ca/Mg	Enmiendas ^{**}	Abonos ^{**}
Pol 24 par 53 H1	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	Superfosfato de cal Materia orgánica	Otoño: (NH ₄) ₂ SO ₄ < poda: KPO ₄ y K ₂ SO ₄
Pol24 par 53 H2	B	N	P	B	N	A	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol24 par 54 H1	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol24 par 54 H2	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol 24 par 59 H1	N	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol 24 par 59 H2	B	N	S	B	N	A	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol 02 par 236 H1	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol 02 par 236 H2	B	N	P	B	B	A	B	B	B	B	B	B	idem	Idem

Niveles: A: Alto / S: Sin riesgo / N: Normal / P: Posible riesgo / B: Bajo / ** Tener en cuenta que la aplicación se realiza en cultivos en secano.

Llanos Negros	M.O.	pH	CE ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)	K/Mg	K/Ca	Ca/Mg	Enmiendas ^{**}	Abonos ^{**}
Pol 09 par 318 H1	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	Superfosfato de cal Materia orgánica	Otoño: (NH ₄) ₂ SO ₄ < poda: KPO ₄ y K ₂ SO ₄
Pol. 09 par 318 H1	B	N	S	B	N	N	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol. 09 par 355	B	N	S	B	N	A	B	B	B	B	B	B	idem	Idem
Pol 09 par 408	B	N	S	B	N	A	B	B	B	B	B	B	idem	Idem

Tablado	M.O.	pH	CE ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)	K/Mg	K/Ca	Ca/Mg	Enmiendas ^{**}	Abonos ^{**}
Pol 17 par 454	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	Superfosfato de cal Materia orgánica	Otoño: (NH ₄) ₂ SO ₄ < poda: KPO ₄ y K ₂ SO ₄
Pol 04 par 253-b	B	N	S	B	B	N	N	B	B	B	B	B	idem	idem
Pol 04 par 243-a	B	N	S	B	B	A	N	B	B	B	B	B	idem	Idem

Rivero	M.O.	pH	CE ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)	K/Mg	K/Ca	Ca/Mg	Enmiendas ^{**}	Abonos ^{**}
Pol 25 par 222	B	N	S	B	N	N	B	B	B	B	B	B	Superfosfato de cal Materia orgánica	Otoño: (NH ₄) ₂ SO ₄ < poda: KPO ₄ y K ₂ SO ₄
Pol 25 par 225	B	N	S	B	N	N	B	B	B	B	N	B	idem	idem
Pol 25 par 332	B	N	S	B	N	N	B	B	B	B	N	B	idem	idem

Las Caletas	M.O.	pH	CE ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na	Ca	Mg	K/(Ca+Mg)	K/Mg	K/Ca	Ca/Mg	Enmiendas ^{**}	Abonos ^{**}
Pol 03 par 240	B	N	S	B	N	N	B	B	B	B	B	B	Superfosfato de cal Materia orgánica	Otoño: (NH ₄) ₂ SO ₄ < poda: KPO ₄ y K ₂ SO ₄
Pol 06 par 118	B	N	S	B	N	N	B	B	B	B	B	B	idem	idem
Lomo Alto	B	N	S	B	B	N	B	B	B	B	B	B	idem	idem

BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO, L. (1985): *Geografía de Canarias. Geografía Comarcal: La Palma, Gomera, Hierro, Lanzarote Fuerteventura*. Tomo IV. Ed. Interinsular Canaria.
- ARRIBAS Y SÁNCHEZ, DE, C. (1900): *A través de las Islas Canarias*. A Delgado. S/C de Tenerife.
- BETHENCOURT PIÑERO, F.; GONZÁLEZ DÍAZ, E. y FARIÑAS ÁLVAREZ, J. (1991): *Algunas características ampelográficas de las variedades de Vitis vinifera tradicionalmente cultivadas en la isla de La Palma*. PTFC. EUITA. La Laguna.
- BETHENCOURT MASSIEU, A. (1956): *Canarias e Inglaterra: el comercio de vinos (1650-1800)*. A.E.A. Nº 2. Patronato de La casa de Colón. Madrid – Las Palmas.
- BIENES FERNÁNDEZ, E. M.; GONZÁLEZ DÍAZ, E.; y FARIÑAS ÁLVAREZ, J. (1995): *Estudio de la viticultura en la Isla de La Palma, con especial referencia a la comarca de Mazo-Las Breñas*. PTFC. EUITA. La Laguna.
- BRAVDO, B y HEPNER, Y (1986): *Irrigation management and fertigation to optimise grape composition and vine performance*. HortScience 21 (3) Abstract No. 1600
- BOC, 1994, *Reglamento de la Denominación de Origen La Palma*. Nº29 de 9 de mayo de 1994. págs. 1423-1437.
- CALDERÓN, E., (1983): *Fruticultura general. El esfuerzo del hombre*. Ed. Limusa. México.
- CARBONNEAU, A et al. (1978): *Essai de détermination, en biologie de la plante entière, des relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin*. Ann. Amélior. Plantes 28: 195-221
- CASAS PESTAÑA, DE LAS; P. J. (1894): *Nociones de Geografía universal y geografía particular de la Isla de San Miguel de La Palma*. S/C de La Palma.
- CASAS PESTAÑA, DE LAS; P. J. (1898): *La Isla de La Palma: pasado, presente y porvenir(bosquejo histórico)*. Imprenta de A. J. Benítez. S/C de Tenerife.
- CHAVARRI, J. B., MARÍN, M. y GARCÍA ESCUDERO, E. (2002): *Análisis comparativo del cultivo de viñedo por método ecológico y tradicional. Su influencia en la calidad del vino*. www.larioja.org/agricultura/publicaciones/cuadernosdecampo/21/ap5htm
- CHRISTENSEN, L. P., KASIMATIS, A. N. Y JENSEN, F. L. (1978): *Grapevine Nutrition and Fertilization in the Sa Joaquin Valley*. Agricultura Sciences Publications 4087 Universiti of California. Berkley. USA
- DELMAS, J. (1971): *Facteurs determinant les caracteres du sol vis a vis de la vigne. Traite d'Ampelologie*. Sciences et techniques de la vigne.
- DÍAZ LORENZO, J.C. (1994): *Fuencaliente, Historia y Tradición*. Excmo. Ayuntamiento de Fuencaliente. Excmo. Cabildo Insular de La Palma. Ed. La Palma. Madrid.
- DÍAZ RIOS, R. E. (1986): *Suelos de la Isla de la Palma, tipología y capacidad de utilización agronómica*. Tesis Doctoral. ULL

- ESCOLAR Y SERRANO, F. (1983): *Estadística de Las Islas Canarias, 1793 – 1806*. Ed. De G Hernández Rodríguez, C.I.E.S. Las Palmas de Gran Canaria.
- FERNÁNDEZ CALDAS, E. y TEJEDOR SALGUERO M L. (1984): *Los suelos en Canarias. Geografía de Canarias*. Vol. I 244 – 256. Ed. Interinsular Canaria. S/C de Tenerife
- FIGUERUELO OJEDA, M. E. (1986): *Contribución al estudio de los suelos y nutrición mineral de viñas de la zona Tacoronte-Santa Úrsula*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
- FREGONI, M (1987): *Viticultura Generale. Compendi didattici e scientifici*. R.E.D.A. Roma
- FRUCTUOSO, G. (1964): *Las islas Canarias de: Saudades de Terra*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna.
- FUENTES YAGÜE, J. L. (1999): *El suelo y los fertilizantes*. Ed. Mundi-Prensa. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid
- GALET, P. (1983): *Pécis de viticulture*. Dehan, Montpellier (4^{ème} Edition).
- GLAS, G (1982): *Descripción de las Islas Canarias (1764)*. 2ª Edición Instituto de estudios Canarios. La Laguna.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E. (1989): *Informe sobre la situación de la viticultura en la Isla de San Miguel de La Palma*. ICIA.
- HIDALGO, L. (1986): *Los suelos de la vid en España*. 2 vol. MAPA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid
- (1993) *Tratado de viticultura General*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- KLIEWER, W. M. (1973): *Berry composition of Vitis Vinifera cultivars as influenced by photo- and nycto-temperatures during maturacion*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 98: 153-9.
- LACASTA, C., MECO, R. Y DORADO, J. (1994): *Compostaje de sarmientos de vid como fuente de materia orgánica en agricultura ecológica*. I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. www.agroecologia.net/congresos/toledo/32/pdf
- LARREA REDONDO, A. (1981): *Viticultura básica. Prácticas y sistemas de cultivo en España e Iberoamérica*. Ed. Aedos. Madrid.
- LEON, DE; F. M. (1966): *Apuntes para la historia de las Islas Canarias: 1776 - 1868*. Aula de Cultura de Tenerife. S/C de Tenerife.
- LORENZO RODRÍGUEZ, J. B. (1987): *Noticias para la historia de la Isla de la Palma*. 2ª Edición. Excmo. Cabildo Insular de La Palma. S/C de Tenerife.
- LOUÉ, A y BOULAY, N (1984): *Effect de cepages et des porte greffés sur les diagnostics de nutrition minérale sur la vigne*. 6^e Coll. Int. Nut. Des plantes.
- MARTÍNEZ DE TODA FERNÁNDEZ, F. (1991): *Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura*. Ed. Mundi Prensa

- MILLER, D. E. (1967): *Fisiología vegetal*. Vers. Española de F. Latorre. Ed. Unión Tipográfica Hispano Americana. México.
- MUSTIN, M. (1987): *Le Compost*. Editions François Dubusc-París
- NAVARRO GARCÍA, G (2000) *Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Ed. Mundi-Prensa
- PAZ SÁNCHEZ, DE M., (1981): *Los amigos del País de la Palma*. (Siglos XVIII-XIX).
- PHUGLIN ich SCHNEIDER, (1998): *Biologie et écologie de la vigne*. 2ª Ed. TEc-doc. Lavoisier. París
- PRUNEDA, V. (1848): *Un viaje a las Islas Canarias*. Imprenta de Anselmo Zarco y Compañía. Teruel.
- PUERTA CANESCO, DE LA J. (1987): *Descripción Geográfica de las Islas Canarias*. Imprenta y Librería de Anselmo J. Benítez. S/C de Tenerife.
- RANKINE, B. C.; FORNACHON, C. M.; BOEHM (E. W.); CELLIER, K. M. (1971): *Influence of grape variety, climate and soil on grape composition and on the composition of table vine*. Vitis. R. F. A.
- RIBEREAU-GAYON Y PEYNAUD (1982): *Ciencia y técnicas de la viña. Tomo 2º: Biología de la viña. Suelos de viñedo*. Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires.
- REYNIER, A. (2002): *Manual de viticultura*. Ed. Mundi-Prensa
- RODRÍGUEZ BRITO, W. (1982): *La agricultura en la Isla de La Palma*. Instituto de Estudios Canarios, C. S. I. C.
- RUIZ HERNÁNDEZ, M (2002): *Crianza del vino tinto desde la perspectiva vitícola*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- (2002): *Las variedades de vid y la calidad de los vinos*. Mundi. Prensa. Madrid.
- SAAYMAN, D. (1977): *The effect of soil and climate on wine quality*. O.I.V. Internacional Symposium on the Quality of the Vintage, Cape Town, South Africa, February 14-21, 1977, pp. 197-208. OVRI, Stellenbosch, South Africa.
- TEJEDOR, M., JÍMÉNEZ, C. C. y DÍAZ, F (2002): *El cultivo en arenados de Canarias*. El Pajar. Cuaderno etnográfico de Canarias. II Época. Nº 13. Pags. 34-39.
- URBANO, T. (1999): *Tratado de Fitotecnia General*. Ed. Mudi-Prensa
- VERCESI, A. (1996): *Fertilizzazione e fertilizzanti del vigneto*. Vignevine nº 9
- VIERA Y CLAVIJO, DE; J. (1967): *Noticias de la Historia General de las Islas Canarias*. 2º Vol. De. Goya. S/C de Tenerife
- WINKLER, A. J. ET AL. (1974): *General Viticulture*. University of California Press, Berkeley.