
CARACTERIZACIÓN DEL NIVEL TECNOLÓGICO DE CUARTELES VITÍCOLAS EN LA COMUNA DE SAGRADA FAMILIA, CHILE

CARLOS MENA, YERKO MORENO, YONY ORMAZÁBAL, YOHANA MORALES, CARLOS ÁVILA y OSCAR BUSTOS

RESUMEN

Se estimó el nivel tecnológico (NT) asociado al manejo de cuarteles vitícolas de la comuna de Sagrada Familia, a partir de variables técnico-productivas y mediante técnicas geomáticas. Se utilizó un mosaico color SPOTMaps para identificación y delimitación de los cuarteles vitícolas y equipos GPS (sistemas de posicionamiento global) para apoyo en terreno. Se recolectó información administrativa y técnica asociada a cada cuartel mediante ficha de terreno cuyas variables y alternativas posteriormente

fueron evaluadas por expertos relacionados al sector vitícola. A través de cartografía se representó el patrón de distribución del NT, donde la mayoría de los cuarteles vitícolas (59%) presentan un nivel medio de implementación tecnológica (NT2), mientras que el resto de la superficie se divide equitativamente entre el nivel alto y bajo (NT1 y NT3), con 20 y 21% respectivamente, situación que evidencia un proceso de transición tecnológica tendiente a mejorar la productividad de la viña.

La vitivinicultura en Chile ha alcanzado gran desarrollo y crecimiento en las últimas décadas, posicionándose dentro de los sectores más dinámicos del mercado de exportaciones chilenas (Vergara, 2001). En este ámbito, a partir de la década del 80, se inicia un proceso de modernización que significó el paso de un sector tradicional (orientado al mercado interno) a uno dinámico y tecnológico; proceso que se potencia en la década del 90 cuando se im-

plementan políticas neoliberales de desarrollo económico (Braun *et al.*, 2008). Sin embargo, a pesar de las altas tasas de crecimiento en superficie, producción y exportación, el sector no cuenta con un crecimiento homogéneo en cuanto a la implementación de tecnologías y desarrollo sectorial (Muñoz *et al.*, 2004), lo cual puede ser un factor determinante en el futuro desarrollo de la vitivinicultura del país, puesto que podría significar pérdida de competitividad en el mercado internacional.

En este sentido, Troncoso *et al.* (2002) mostraron las ventajas de la incorporación de la mecanización en vendimia y menciona que la calidad del vino no se logra únicamente en bodega, sino que es determinante el manejo del viñedo y la incorporación de tecnologías desde el establecimiento hasta la cosecha. Pszczólkowski (1995) señala que la calidad del vino depende de un conjunto de factores, entre los cuales se pueden mencionar: el uso de la cepa adecuada para cada suelo y clima, el

PALABRAS CLAVE / Distribución Espacial / Geomática / Técnicas de Manejo / Viticultura /

Recibido: 28/08/2012. Modificado: 01/04/2012. Aceptado: 01/04/2013.

Carlos Antonio Mena Frau. Cartógrafo, Universidad de Chile. Doctor en Cartografía, Teledetección y SIG, Universidad de Alcalá, España. Profesor, Universidad de Talca (UTalca), Chile. Dirección: Casilla 721-747, Talca, Chile. e-mail: cmena@utalca.cl.

Yerko Moreno Simunovic. Ingeniero Agrónomo, Universidad Católica de Valparaíso, Chile. Ph.D. en Ciencias Agronómicas, Oregon State University, EEUU. Profesor, UTalca, Chile. e-mail: ymoreno@utalca.cl.

Yony Ormazábal Rojas. Ingeniero Forestal, UTalca, Chile. Master in Geo-Information Science and Earth Observation, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Holanda. Profesor, UTalca, Chile. e-mail: yormazabal@utalca.cl.

Yohana Morales Hernández. Ingeniera Forestal y Magíster en Gestión Ambiental Territorial, UTalca, Chile. Profesora, UTalca, Chile. e-mail: ymorales@utalca.cl.

Carlos Ávila Azócar. Ingeniero Forestal y Magíster en Gestión Ambiental Territorial, UTalca, Chile. Asistente de Investigación, UTalca, Chile. e-mail: caavila@utalca.cl.

Oscar Bustos Letelier. Ingeniero Forestal, UTalca, Chile. Ph.D. en Recursos Forestales, University of Maine, EEUU. Profesor, UTalca, Chile. e-mail: obustos@utalca.cl.

manejo agronómico del viñedo, la oportunidad y tecnología de cosecha y la tecnología de procesamiento y guarda. Por su parte, Sotomayor y Lavín (2002) evaluaron la calidad de la uva en función de la aplicación de ciertas tecnologías en el secano interior, demostrando que cambios en los esquemas de manejo y producción, especialmente sobre el riego, tienen un efecto directo en la calidad de la uva y en consecuencia, modifica la calidad final de los vinos.

De esta forma, se debe considerar por tecnología, no solamente los bienes de capital, sino también las habilidades que determinan el uso eficiente de los recursos. A estas habilidades se le denomina comúnmente técnicas de cultivo y comprenden los conocimientos respecto a las distancias de siembra, métodos de riego, sistemas de conducción, manejos de poda, raleo, entre otros (Oliva, 2009). Esta información de técnicas de cultivo puede involucrar un gran volumen de datos, especialmente cuando se trata de grandes zonas productoras donde es posible encontrar diversos esquemas de manejo aplicados al cultivo. En este contexto, generar un indicador del nivel tecnológico de los cultivos vitícolas que considere la integración de los distintos sistemas de manejo, permitiría graficar la capacidad competitiva de zonas productoras de vino, formando una línea base de información para el diseño de herramientas y políticas sectoriales destinadas a mejorar la gestión tecnológica de los viñedos.

En el último tiempo, la geomática y sus disciplinas asociadas (teledetección, sistemas de información geográfica (SIG) y sistemas de posicionamiento global (GPS)) están siendo incorporadas en países productores de vino como Australia, Francia y EEUU, en apoyo a la toma de decisiones en aspectos como el control del riego, la aplicación de fertilizantes y el control de plagas, entre otros (Shulmann, 1997; Hall *et al.*, 2002). Algunos ejemplos del uso de la geomática en viticultura son: la identificación de sitios idóneos para viñedos en California (Watkins, 1997), Italia (Scienza, 1992) y Francia (Laville, 1990; Morlat y Asselin, 1992); la aplicación de SIG en el desarrollo y manejo del viñedo (Smith y Firms, 1998; Smith y Whigham, 1999); y la expansión de los viñedos y su impacto sobre la biodiversidad y el paisaje (Heaton y Merenlender, 2000; Merenlender, 2000; Fairbanks *et al.*, 2004). En Chile se registran investigaciones relacionadas con el rendimiento de la uva y la calidad del mosto en respuesta a las propiedades del suelo (Flores, 2005). También se han definido metodologías para crear mapas de

rendimiento de la uva (Esser y Ortega, 2002) y parámetros de calidad de uva relacionados con parámetros edáficos (Esser *et al.*, 2002).

En este contexto, la geomática puede ser utilizada para generar un indicador espacial que represente el nivel tecnológico de una zona vitícola, ya que aporta nuevas herramientas y capacidades de análisis que permiten generar resultados detallados, considerando múltiples variables relacionadas con aspectos técnicos y productivos, de manera integrada y de fácil comprensión a través de representaciones cartográficas digitales de áreas extensas del territorio. La Región del Maule es una de las regiones con mayor vocación en vitivinicultura en Chile, llegando a convertirse en la industria de mayor importancia y envergadura del país dentro del rubro. Según el Catastro Vitícola del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) realizado entre los años 2007 y 2008, la región posee 50.574ha de vides viníferas (43% del total nacional), de las cuales 38.498ha son cepas tintas y 12.076ha son cepas blancas (SAG, 2008). El presente estudio se llevó a cabo en la comuna de Sagrada Familia, que corresponde a la tercera comuna de la región con más superficie destinada a la producción vitivinícola.

El objetivo de la presente investigación es estimar el nivel tecnológico (NT) de los cuarteles vitícolas de la comuna de Sagrada Familia a partir de variables técnico-productivas relacionadas al manejo agronómico del viñedo e incorporando en el proceso de análisis, técnicas y herramientas geomáticas.

Metodos

Zona de estudio

La zona de estudio consideró a la comuna de Sagrada Familia, la cual se encuentra en la zona de secano interior de la Provincia de Curicó, Región del Maule, Chile, situada entre las coordenadas UTM 294.886-253.290 E y 6.096.840-6.126.803 S, referidas al datum WGS84, zona 19 Sur. La comuna abarca una superficie de 54.972,7ha y está a una altura promedio de 229msnm. La zona posee un clima mediterráneo, con estación seca prolongada en verano, con temperaturas que alcanzan los 32°C. En invierno las temperaturas máximas llegan a 12°C, y las mínimas bordean los 0°C. La pluviosidad media es de 855,98mm por año (Santibáñez y Uribe, 1993).

Sagrada Familia contiene un 1,93% de la población total de la Región del Maule (18.289 habitantes), donde el 32,88% es urbana y 67,12%

está en condición rural, principalmente ligada a la agricultura. La comuna registra una tasa de desempleo de 1,31% y la pobreza alcanza un 13,86% (INE, 2002). En cuanto a la estructura de la propiedad de la tierra, 945 explotaciones agropecuarias (3.898ha) corresponden a pequeños propietarios, 148 (9.008ha) corresponden a medianos propietarios y 36 (30.106ha) a grandes propietarios (INE, 2007). Dadas las condiciones de relieve, las características del suelo y del clima de la comuna, existe un marcado desarrollo de la ganadería, favorecida por un buen silvopastoreo y un gran desarrollo en la agricultura con importantes superficies destinadas a plantaciones de especies frutales, principalmente manzano, kiwi, vides viníferas y, además, la agricultura extensiva de cultivos anuales como maíz, trigo, cebada y avena (García, 2000). La viticultura comprende 4.433ha de viñedos que corresponden a un 35% del total del área cultivada, lo que la convierte en la principal actividad económica de la comuna. El resto de la superficie considera todos los otros cultivos anuales, permanentes, forrajeros perennes y de rotación, en barbecho y descanso (INE, 2007).

Confeción de base de datos digital SIG

En el estudio se utilizó un mosaico color SPOTMaps como cubierta base cartográfica, el cual es generado a partir de imágenes satelitales SPOT-5 que son ortorrectificadas a escala 1:10000 con una resolución espacial de 2,5m y un nivel de precisión geométrica en localización de 10-15m (RMSE o raíz de la media cuadrática del error). Sobre el mosaico se agregó la información vectorial de caminos, hidrografía, curvas de nivel, generada por el Instituto Geográfico Militar (IGM) de Chile, para elaborar cartografía temática de la zona de estudio. Se consideró una validación geométrica del mosaico mediante puntos de control GPS, con el fin de detectar distorsiones producidas por el desplazamiento inherente al ajuste de la imagen sobre la topografía del terreno. Finalmente, se realizaron ajustes a los números digitales (DN) de los píxeles de la imagen para mejorar la visualización y contraste de la imagen, usando software ERDAS Imagine.

Generación de información espacial y levantamiento en terreno

Sobre la imagen del mosaico ortorrectificado, se procedió a digitalizar cada uno de los cuarteles vitícolas de la comuna (1668 en total), almacenando

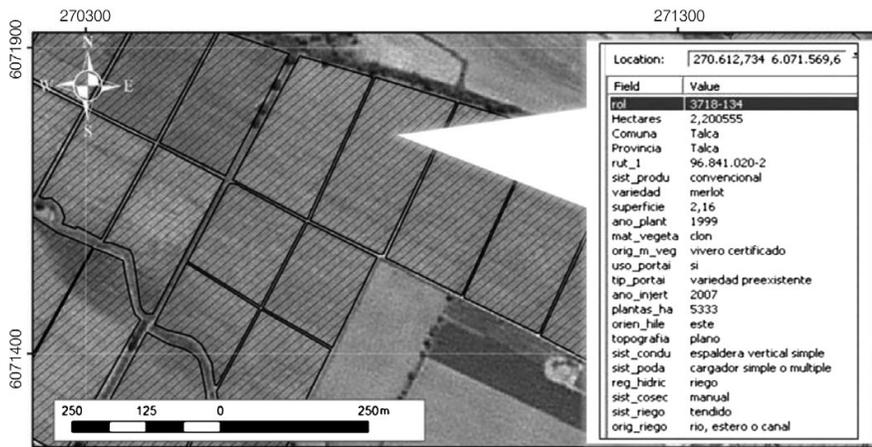


Figura N°1. Visualización de base de datos SIG.

do la información como polígonos georreferenciados dentro de una cobertura digital de ArcGIS (formato 'shape'). Dicha cobertura se integró a la cartografía temática previamente elaborada, para generar planos a escala local que fueron utilizados como instrumento base del trabajo de campo. En terreno, el equipo de trabajo realizó la identificación de cada uno de los cuarteles vitícolas de superficie >1ha, verificando la delimitación realizada previamente y registrando las diferencias o cambios detectados en la ubicación específica de cada cuartel vitícola, mediante receptores GPS cartográficos (Trimble Geo, modelo GeoXH, Westminster, CO, EEUU).

Levantamiento de información administrativa y técnica

El levantamiento de información temática necesaria para la

base de datos geoespacial, se basó en la recolección de datos en terreno de cada uno de los cuarteles digitalizados previamente. La ficha de recolección de datos fue diseñada por un equipo de expertos relacionados con viticultura (agronomos, enólogos, técnicos agrícolas) en conjunto con profesionales de instituciones públicas pertenecientes al Ministerio de Agricultura de Chile, tal como SAG, ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) y CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales), quienes seleccionaron el tipo de información a obtener en terreno. De esta forma, se definieron los siguientes aspectos principales y específicos: a) datos administrativos: propietario, rut, rol, condición jurídica, dirección comercial; b) sociales: participación en organizaciones productivas; c) productivos: variedad, número de plantas por hectárea, material

vegetal, uso de portainjerto; y d) técnicos asociados al manejo: conducción, poda, riego, cosecha, entre otras. El levantamiento de la información en terreno contó con la participación de los propietarios o encargados de cada predio, además de la inspección de un profesional experto en cartografía y viticultura.

Integración de la información en software SIG

Mediante una codificación alfanumérica establecida para cada unidad productiva, se adjuntó la información obtenida de la ficha de terreno con la respectiva ubicación espacial de cada cuartel vitícola, representado como un polígono, usando el software ArcGIS (Figura 1).

Selección de variables técnico-productivas para análisis y clasificación del NT

Para realizar el análisis se consideró el total de plantaciones de vides de la comuna, que suman 4.433ha al año 2010, dispuestas en 342 predios (1.668 cuarteles) identificados por su número de rol del Servicio de Impuestos Internos. Las variables técnico-productivas para la determinación del NT fueron extraídas de la ficha de terreno realizada para cada cuartel. Luego el equipo de expertos asignó a cada variable un peso o ponderación (w) según su importancia. Posteriormente, se evaluaron las alternativas correspondientes a cada variable, asignando un valor jerárquico en orden ascendente, donde un mayor valor representa mayor importancia relativa de la alternativa en cuanto a la implementación técnica o tecnológica. Las variables y alternativas técnico-productivas que describen cada cuartel según su importancia se muestran en la Tabla I.

A partir de la asignación de los pesos y la valorización de las alternativas, se utilizó la técnica de sumatoria lineal ponderada (SLP) para la integración algebraica de los valores finales para cada cuartel. Este método es utilizado en evaluación multicriterio (EMC) e implementado en SIG, con el fin de apoyar a usuarios a mejorar el proceso de análisis y toma de decisiones territoriales (Barredo y Bosque, 1998). La ecuación que describe el método de SLP (Ec. 1) requiere de la normalización previa de los valores de las alternativas a través de la fórmula de la Ec. 2, de manera de poder integrar variables con diferente número de al-

TABLA I
VARIABLES Y ALTERNATIVAS TÉCNICO-PRODUCTIVAS

VARIABLES	ALTERNATIVAS
Materia vegetal	Selección masal, clon
Origen material vegetal	Vivero certificado, empresa de insumos, centro de investigación, propio agricultor, otro agricultor
Uso portainjerto	Si, no
Tipo portainjerto	Variedad preexistente, patrón americano
Régimen hídrico	Riego, seco
Origen riego	Río - estero o canal, lago o laguna, embalse, pozo, riles
Sistema riego	Surcos, surcos mejorados, californiano, goteo o cinta, tendido, microaspersión o <i>microjet</i>
Sistema de conducción	Cruceta doble, cruceta californiana, <i>guyot</i> simple, <i>guyot</i> simple modificado, <i>guyot</i> doble, <i>scott henri</i> , cabeza, lira, espaldera vertical simple, parrón o parrón modificado
Sistema de poda	Cordón apitonado, cargador simple o múltiple, cordón apitonado y cargador simple o múltiple, vara
Sistema de cosecha	Mecanizada, manual, mecanizada y manual
Sistema de producción	Convencional, orgánico

ternativas, como ocurre en el presente estudio.

$$NT_k = \sum_{j=1}^n (w_j * v_{ij}) \quad (1)$$

$$v_{ij} = \frac{a_i - \min a_j}{\max a_j - \min a_j} \quad (2)$$

donde NT_k : nivel tecnológico para el cuartel k , w_j : peso de la variable j , v_{ij} : valor normalizado de la alternativa i en la variable j , n : número de variables involucradas en el estudio, a_i : valor jerarquizado de la alternativa i , $\min a_j$: mínimo valor de alternativa en la variable j , y $\max a_j$: máximo valor de alternativa en la variable j .

A partir del análisis de la distribución de los valores de NT obtenidos para cada cuartel vitícola, se agruparon 3 clases con amplitud equidistante: NT_1 , nivel alto; NT_2 , nivel medio; y NT_3 , nivel bajo. Los valores más altos corresponden a los cuarteles vitícolas que poseen un mayor grado de modernización reflejado en la implementación de técnicas y sistemas productivos más eficientes, según la valoración del grupo de expertos consultado.

Comportamiento del NT según características asociadas a cuarteles

Con el objeto de comprender el comportamiento y distribución espacial del NT , se agruparon y analizaron los resultados considerando aspectos productivos relevantes que están asociados a los cuarteles vitícolas. Estos fueron:

Tamaño de la propiedad. Del conjunto de propietarios y propiedades, se definieron tres categorías según la superficie plantada de vides: T_1 , propiedad grande (superficie >20ha); T_2 , propiedad mediana (5,1-20ha); y T_3 , propiedad pequeña (1-5ha)

Año de plantación. Según los años de plantación declarados por los propietarios y administradores de cada viñedo, se establecieron tres períodos con relevancia en términos de crecimiento del sector: vides plantados antes del año 1990, vides plantados entre 1991 y 2000, y vides plantados el año 2001 y posterior. En este último período y según los registros del Catastro Vitícola (SAG, 2008), a nivel nacional el ritmo de crecimiento ha sido de entre 1.500 a 2.300ha anuales.

Variedades por producción. A partir de la información del Catastro Vitícola (SAG, 2008) se identificaron niveles de

producción nacional en superficie plantada incluyendo variedades tintas y blancas, de lo cual se definieron tres categorías: P_1 , nivel alto; P_2 , nivel medio; y P_3 , nivel bajo. Dentro de P_1 , cabernet sauvignon como variedad tinta y sauvignon blanc como variedad blanca corresponden a las cepas de mayor producción. En P_2 se encuentran variedades como syrah y alicante bouschet; mientras que en P_3 , corresponde a variedades como petit verdot y gewurztraminer.

Variedades más exportadas. A partir del Boletín de Vinos y Pisco, publicado por ODEPA (2011) en base a información del Servicio Nacional de Aduanas, se establecieron dos niveles según volúmenes exportados: E_1 , nivel mayor que incluye variedades como sauvignon blanc, chardonnay, cabernet sauvignon, merlot, carménère, syrah y pinot noir; y E_2 , nivel menor que incluye todas las otras variedades de vinos tintos y blancos.

Color de las variedades. Otra agrupación de los cuarteles vitícolas considerada fue el color de las variedades según la clasificación utilizada por el Catastro Vitícola, estableciendo: vinos tintos y blancos.

Asociatividad. A partir de la ficha de terreno se pudo distinguir dos grandes grupos de productores: asociados, quienes participan activamente dentro de una organización; y no asociados, quienes no tienen ninguna participación en sociedades u organizaciones productivas. En el primer caso, los productores pueden intercambiar conocimientos junto con nuevas ideas de implementación tecnológica y de desarrollo productivo; mientras que el segundo caso, los productores se basan principalmente en el conocimiento individual adquirido en los años de experiencia.

Resultados y Discusión

Resultados por variables técnico-productivas

Al analizar aisladamente las variables consideradas en la ficha de terreno para el total de cuarteles de viñas de la comuna (1.668), se observó que el tipo de material vegetal utilizado en las plantaciones de vid en su mayoría es de selección masal (84,70%), mientras que sólo un 15,30% corresponden a plantas clonales, lo cual es bajo considerando que ésta es la forma más efectiva de incorporar ejemplares selectos dentro de las áreas cultivadas. Las variedades tintas más producidas son el cabernet sauvignon, merlot y carménère,

con un 28, 10 y 11%, respectivamente, del total de superficie de viñas de la comuna; mientras que las variedades blancas de mayor presencia son el chardonnay y sauvignon blanc, con un 12 y 6%, respectivamente.

El origen del material vegetal, en su gran mayoría, corresponde a la categoría otro agricultor (49,28%), propio agricultor (25,11%) y a vivero certificado (19,74%). El uso de portainjerto se registra sólo en un 5,11% de la superficie plantada, siendo utilizado principalmente como medida para dar resistencia a enfermedades como la filoxera. El tipo de portainjerto predominante es aquel proveniente de una variedad preexistente con un 91,64% de la superficie total injertada.

En cuanto al régimen hídrico, la mayor parte de la superficie posee riego (93,93%), mientras que sólo el 6,07% de las plantaciones se desarrolla bajo régimen de secano. En el primer caso, el principal origen del riego utilizado es río - estero o canal (90,24%), seguido por lago o laguna (2,75%), pozo (2,65%), embalse (2,20%) y riles (2,16%). El sistema de riego predominante es de tipo tendido con un 46,32% y de goteo o cinta con un 36,84%; mientras que sistemas de tipo surcos y californiano, sólo alcanzan un 7,77 y 4,83%, respectivamente.

El sistema de conducción predominante es la espaldera vertical simple, utilizada en un 64,26% de la superficie plantada, seguido del parrón o parrón modificado con un 16,34% y lira con un 6,03%. El sistema de poda más utilizado es el de cargador simple o múltiple, presente en un 76,96% de la superficie plantada, seguido por el sistema de cordón apitonado, presente en un 17,17%.

El sistema de cosecha utilizado mayoritariamente es de tipo manual, implementado en un 81,10% de la superficie plantada, mientras que sólo en un 14,28% se registra un sistema mecanizado. En cuanto al sistema de producción, el 91,64% del total del viñedo presente en la comuna se encuentra bajo un sistema de tipo convencional, mientras que sólo un 8,36% corresponde a tipo orgánico, cuya baja cantidad de superficie podría deberse a los altos requerimientos técnicos de manejo asociados a este sistema de producción (FIA, 2010).

Asignación de valores a variables y alternativas

Los resultados de la evaluación de las variables técnico-pro-

TABLA II
VALORIZACIÓN DE VARIABLES TÉCNICO-PRODUCTIVAS

VARIABLES (peso en %)	ALTERNATIVAS (valor jerarquizado)
Materia vegetal (15)	Selección masal(1), clon (2)
Origen material vegetal (10)	Vivero certificado (4), empresa de insumos (3), centro de investigación (5), propio agricultor (2), otro agricultor (1)
Uso portainjerto (8)	Si (2), no (1)
Tipo portainjerto (4)	Variedad preexistente (1), patrón americano (2)
Régimen hídrico (11)	Riego (2), secano (1)
Origen riego (4)	Río - estero o canal (2), lago o laguna (3), embalse (4), pozo (5), riles (1)
Sistema riego (11)	Surcos (2), surcos mejorados (3), californiano (4), goteo o cinta (5), tendido (1), microaspersión o <i>microjet</i> (6)
Sistema de conducción (15)	Cruceta doble (6), cruceta californiana (5), <i>guyot</i> simple (9), <i>guyot</i> simple modificado (8), <i>guyot</i> doble (10), <i>scott henri</i> (7), cabeza (1), lira (3), espaldera vertical simple (4), parrón o parrón modificado (2)
Sistema de poda (6)	Cordón apitonado (3), cargador simple o múltiple (2), cordón apitonado y cargador simple o múltiple (4), vara (1)
Sistema de cosecha (11)	Mecanizada (3), manual (1), mecanizada y manual (2)
Sistema de producción (5)	Convencional (1), orgánico (2)

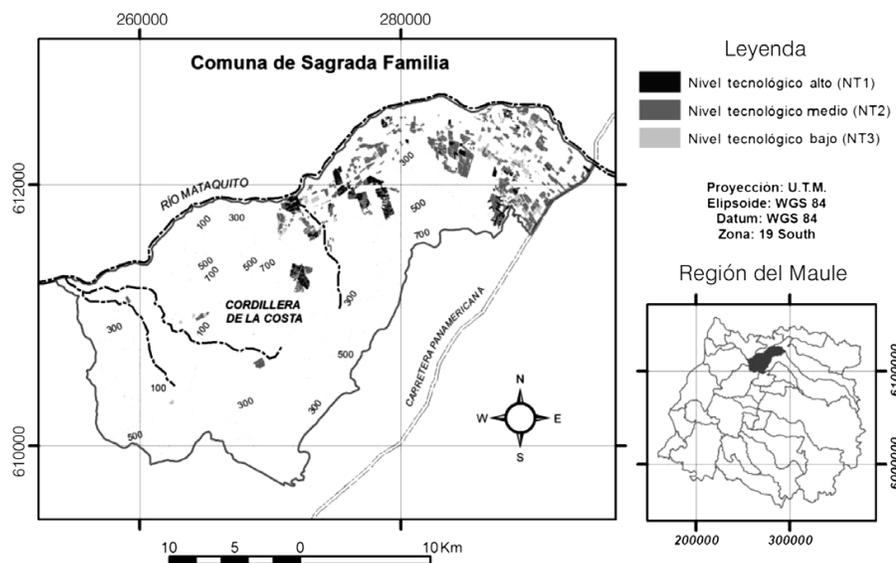


Figura 2. Distribución espacial del nivel tecnológico.

ductivas realizada por el grupo de expertos para la determinación del NT en cada cuartel vitícola se muestran en la Tabla II.

Distribución espacial de NT en cuarteles vitícolas

A partir de la valorización de las variables técnico-productivas, y mediante las Ecs. 1 y 2 se obtuvo el NT para cada uno de los cuarteles vitícolas de la comuna. Posteriormente, estos valores fueron clasificados dentro de las categorías definidas, obteniendo una superficie de 932,60ha (21%) para la categoría NT1; 2.611,10ha (59%) para la categoría NT2; y 889,28ha (20%) para la categoría NT3.

En la Figura 2 se representa la distribución espacial de las categorías de NT en los viñedos de la comuna de Sagrada Familia. Es posible observar una tendencia relacionada con las unidades de relieve presentes en el territorio comunal. Los cultivos pertenecientes al grupo NT1 se encuentran en sectores de llanuras fluviales formadas por el río Mataquito al interior de la Cordillera de la Costa, especialmente en exposiciones norte

del territorio, ocupando preferentemente sectores con buena irrigación en pequeños valles formados por esteros tributarios del Mataquito. Con superficie similar, los cultivos clasificados en el grupo NT3 se encuentran tanto en el sector del llano central, como en áreas alejadas al interior de la Cordillera de la Costa. En el primer caso, se trata de terrenos planos formados por sedimentos fluviales ubicados en las cercanías de las principales rutas de conectividad interna comunal. En el segundo caso, se observan cultivos en sectores donde el principal producto es la 'chicha' (bebida fermentada) que no requiere de procesos complejos para su elaboración, y en sectores interiores de la Cordillera de la Costa, dispersos en áreas destinadas a cultivos de secano. Los cultivos clasificados en NT2, la categoría de mayor superficie asociada, se distribuyen aleatoriamente tanto en el llano central como en las terrazas del valle del Mataquito, rodeando los viñedos clasificados en NT1 y NT3, sirviendo entonces como nexo para la continuidad espacial de la distribución de los cultivos vitícolas en el espacio comunal.

Por otra parte, es posible notar que existe un aumento en el nivel de tecnología a medida que se avanza hacia el poniente por el territorio de Sagrada Familia. Esta situación está estrechamente ligada a la expansión vitícola durante los últimos 20 años (BID, 2006), estableciendo viñedos más recientes a medida que se avanza hacia la Cordillera de la Costa. Estos viñedos han incorporado nuevas formas de manejo, desde su establecimiento hasta su cosecha, tales como: material vegetal clonal, uso de portainjertos, sistemas de conducción no tradicionales como espaldera vertical y cruzetas, sistemas de riego por goteo o cinta, sistemas de cosecha mecanizado, entre otros.

Análisis del NT según características asociadas a cuarteles

La Figura 3 muestra la agrupación de cuarteles vitícolas según

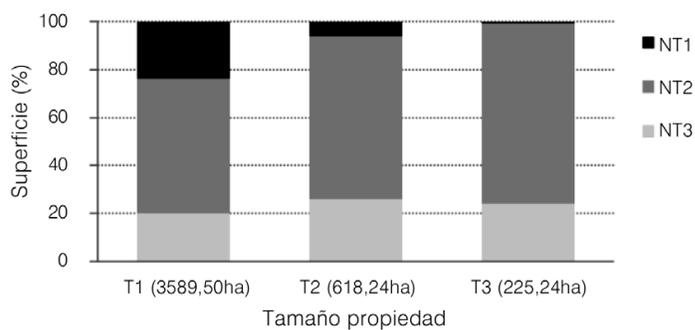


Figura 3. Nivel tecnológico según tamaño de propiedad.

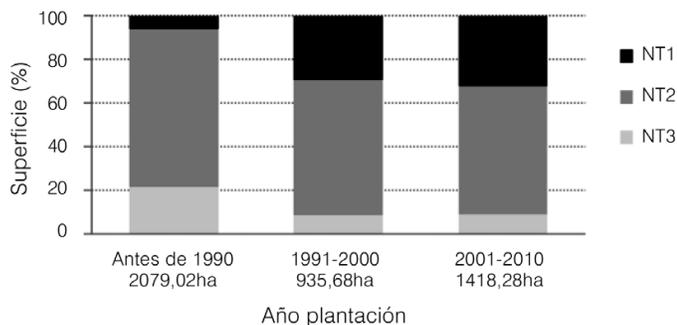


Figura 4. Nivel tecnológico según año de plantación.

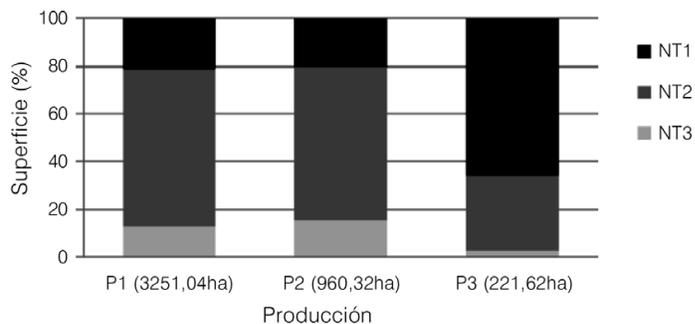


Figura 5. Nivel tecnológico según nivel de producción.

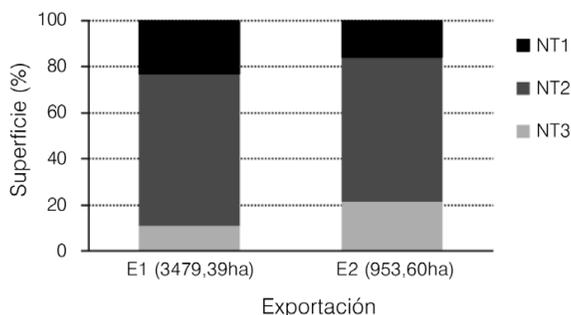


Figura 6. Nivel tecnológico según nivel de exportación.

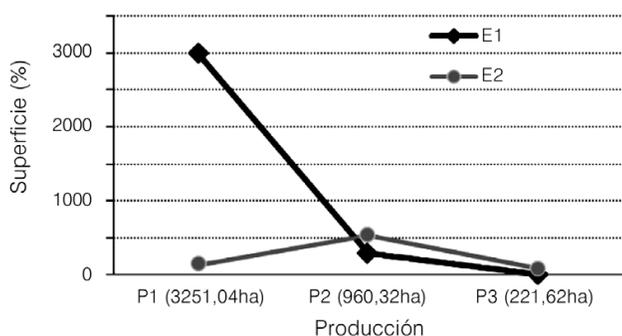


Figura 7. Relación entre niveles de producción y de exportación.

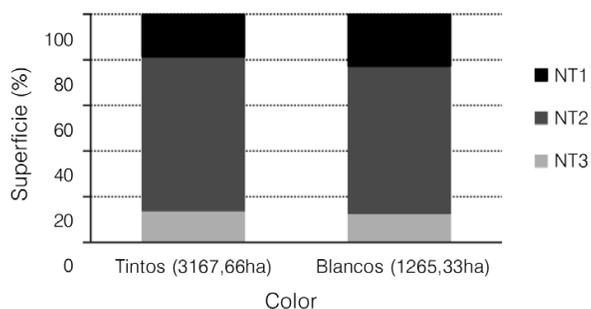


Figura 8. Nivel tecnológico según color de variedad.

tamaño y los porcentajes de NT registrados para cada caso. También se puede observar la distribución de superficie por tamaño de propietario, donde la categoría T3 representa sólo un 5% de la superficie plantada, la categoría T2 alcanza un 14% y la categoría T1 (gran-

des propietarios) ocupa el 81% del total de la superficie de viñedos, mostrando un claro dominio de grandes empresas en la zona. En cuanto al NT, se nota una tendencia al aumento del nivel tecnológico a medida que aumenta el tamaño de la propiedad, siendo T1 el grupo que presenta la mayor implementación de NT1; mientras que el grupo T2 y T3 sustentan su producción mayoritariamente en NT2.

Es interesante observar la presencia en todos los grupos de una proporción de superficie cercana al 20% que está siendo manejada con el nivel más bajo de tecnología (NT3), lo cual podría corresponder a los primeros cultivos establecidos en la zona que se mantienen en producción actualmente. Esta idea se reafirma al observar la Figura 4, donde se grafica el NT por período de plantación de las viñas. En el primer período (antes de 1980) se registra una importante proporción de superficie (~20%) que presenta NT3, nivel que se reduce a menos la mitad en los dos períodos más recientes.

La tendencia en estos últimos períodos es a implementar plantaciones con mayores niveles tecnológicos, lo cual se podría explicar por el rápido crecimiento del sector (sólo en los últimos 10 años se plantó más del 30% de la superficie total, reflejando lo expuesto por Braun *et al.* (2008)), focalizado a

mercados internacionales, lo que obliga a optimizar los procesos de producción.

Al agrupar los cuarteles por variedades más producidas en el país (Figura 5), se observa que la comuna de Sagrada Familia sigue la tendencia nacional (SAG, 2008) registrando un 70% de la superficie plantada dentro del grupo P1. En cuanto al NT, no se observan diferencias entre los grupos P1 y P2, manteniendo una proporción de 21, 65 y 15% para NT1, NT2 y NT3, respectivamente. Sin embargo, en el grupo P3 se aprecia un notorio aumento de proporción de superficie con nivel NT1 (65%) y NT2 (30%), lo cual se podría explicar por la presencia en este grupo de variedades experimentales o con fines específicos que requieren un altísimo nivel de tecnología en su producción.

Considerando los gráficos de las Figuras 4 y 5, se confirma lo planteado por Muñoz *et al.* (2004), en cuanto a que el gran crecimiento de la vitivinicultura en el país no presenta un nivel homogéneo de implementación de tecnología y desarrollo sectorial. Esto estaría influenciado por el destino final de la producción. Al agrupar los cuarteles por variedades según su volumen exportado, se obtiene que cerca de 74% de la superficie plantada de viñas en la comuna está dentro del grupo de mayor exportación (E1). Este grupo muestra un 23% de superficie manejada con NT1 y sólo un 11% con NT3; contrario a lo que ocurre con E2, donde el 16% corresponde a NT1 y el 22% a NT3 (Figura 6). En ambos casos, la presencia de un nivel tecnológico medio (NT2) es similar, con valores de 66 y 62% para E1 y E2, respectivamente.

El gráfico de la Figura 7 muestra la orientación al mercado externo de la producción de los viñedos de la comuna, donde E1 predomina ampliamente en P1, mientras que E2 es superior en P2 y P3. En este escenario, la mayoría de los viñedos de la comuna

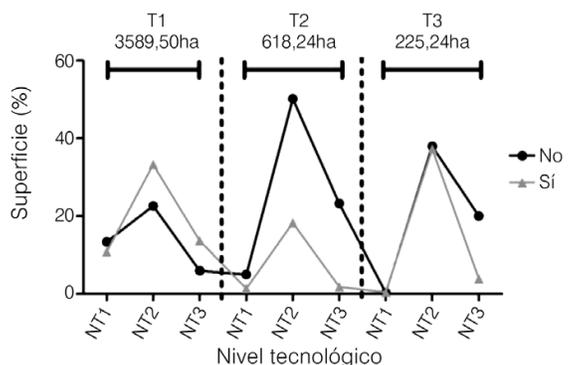


Figura 9. Asociatividad según nivel tecnológico y tamaño de propiedad.

corresponden a aquellas variedades más exportadas del país, que presentan niveles de tecnología superior (NT1 y NT2) y que provienen de grandes propiedades, donde la mayor inversión en términos de tecnología se enfoca a mejorar la productividad y calidad de las vides, reafirmando lo expuesto por Troncoso *et al.* (2002) en cuanto que la incorporación de tecnología contribuye a la calidad final del vino.

En relación al color de las vides, la Figura 8 muestra que la superficie destinada a variedades tintas triplica la superficie destinada a variedades blancas. Ambos tipos de variedades presentan niveles tecnológicos similares en proporción (alrededor de un 21, 63 y 16% para NT1, NT2 y NT3, respectivamente), aunque la superficie manejada con NT1 es ligeramente mayor en las variedades blancas.

Respecto del nivel de asociatividad, los propietarios del 51% de la superficie vitícola de la comuna pertenecen a una organización productiva. En la Figura 9 se puede observar esta situación desagregada por nivel tecnológico y por tamaño de propiedad. Considerando esta última agrupación, se aprecia que el nivel de asociatividad (opción sí) es mayor en los grandes propietarios (T1) que en los medianos (T2), mientras que en el grupo de pequeños propietarios existe cierto equilibrio entre las opciones de pertenecer o no a una organización productiva.

Esto indica que los grandes propietarios tienen claro las ventajas competitivas de estar asociados a algún tipo de organización o sociedad productiva, donde existen capacidades técnico-productivas dispuestas al alcance de los miembros de la organización que pueden desarrollar, fortalecer o ampliar las capacidades individuales y colectivas de los productores (Vergara, 2001). Sin embargo, tanto

para T1 como T2, la proporción de superficie manejada con NT1 es mayor para propietarios no asociados, lo cual podría explicarse por emprendimiento individual de algunos propietarios en la implementación de nuevas tecnologías o por producciones con enfoque a mercados específicos o con requerimientos particulares de producción. Finalmente, el grupo de pequeños propietarios (T3), concentrados principalmente en NT2, presenta igualdad entre los asociados y los no asociados.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, la evaluación del nivel tecnológico en base a las variables productivas de la comuna de Sagrada Familia indica que el mayor porcentaje de superficie plantada de viñedos presenta tecnologías medias, apreciándose en las últimas décadas un incremento en la implementación de niveles tecnológicos más altos con el objeto de mejorar la productividad de la viña. De esta forma, un 59% de la superficie de los cuarteles vitícolas de la comuna tiene un nivel medio (NT2), mientras que el resto de la superficie se divide equitativamente entre las categorías NT1 y NT3, con un 20 y 21%, respectivamente.

La distribución espacial del NT está relacionado con el relieve de la comuna y el período de establecimiento de las plantaciones, donde los niveles tecnológicos aumentan a medida que se avanza hacia el poniente sobre la ribera sur del río Mataquito e interiorizándose en la Cordillera de la Costa, al tiempo que las plantaciones más recientes presentan mayoritariamente los niveles tecnológicos más altos.

En términos generales, los viñedos de la comuna se destinan a la producción de las variedades más exportadas del país, que presentan niveles de tecnología mediana a alta y que provienen de grandes propiedades donde la mayor inversión en términos de tecnología se enfoca a mejorar la producción de vinos destinados a mercados internacionales.

La incorporación del enfoque espacial a través de herramientas geomáticas permitió un adecuado proceso de análisis y comprensión de la situación actual del sector vitícola de la comuna de Sagrada Familia. Los resultados obtenidos pueden ser útiles a las

entidades públicas y privadas encargadas de la gestión de los recursos destinados al fortalecimiento y desarrollo tecnológico del sector vitícola de una zona o región particular.

REFERENCIAS

Barredo J, Bosque J (1998) Multicriteria evaluation methods for ordinal data in a GIS environment. *Geogr. Syst.* 5: 313-327.

BID (2006) *Tercer Informe: Consultoría de estudio e identificación de clusters exportadores regionales (CER). El caso de la Región del Maule.* Banco Interamericano de Desarrollo. Santiago, Chile. 175 pp.

Braun M, Feldman G, Junowicz M, Roitman A (2008) *El Desarrollo de Nuevos Sectores de Exportación en América Latina: Lecciones de 10 Casos Exitosos.* Fundación Carolina. Madrid, España. 74 pp.

Esser A, Ortega R (2002) Aplicaciones de la viticultura de precisión en Chile: Estudio de casos. *Agron. Forest. UC* 17: 17-21.

Esser A, Ortega R, Santibáñez O (2002) Viticultura de precisión: Nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia productiva en viñas. *Agron. Forest. UC* 15: 4-9.

Fairbanks DHK, Hughes CJ, Turpie JK (2004) Potential impact of viticulture expansion on habitat types in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biodiv. Cons.* 13:1075-1100.

FIA (2010) *Resultados y Lecciones en Vinos Elaborados con Uvas Orgánicas para el Mercado Suizo. Proyecto de Innovación en Región del Maule.* Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario 72. Fundación para la Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 64 pp.

Flores L (2005) Variabilidad espacial del rendimiento de uva y calidad del mosto en cuarteles de vid cv Cabernet Sauvignon y Chardonnay en respuesta a la variabilidad de algunas propiedades del suelo. *Agric. Técn.* 62: 210-220.

García O (2000) *Realidad Educativa de la Comuna de Sagrada Familia, Años 1995-1998.* Tesis. Universidad de Talca. Chile. 50 pp.

Hall A, Lamb DW, Holzappel B, Louis J (2002) Optical remote sensing applications in viticulture. *Austr. J. Grape Vine Res.* 8: 36-47.

Heaton E, Merenlender A (2000) Modeling vineyard expansion, Potential habitat fragmentation. *Calif. Agric.* 54: 12-19.

INE (2002) *XVII Censo Nacional de Población y VI de Vivienda.* Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile. www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/censo_pobl_vivi.php (Cons. 24/01/2011).

INE (2007) *VII Censo Agropecuario y Forestal.* Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile. www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php (Cons. 24/01/2011).

Laville P (1990) Le terroir, un concept indispensable à l'élaboration et à la protection des appellations d'origine comme à la gestion des vignobles: le cas de la France. *Bull. O.I.V.* 63: 217-241.

- Merenlender AM (2000) Mapping vineyard expansion provides information on agriculture and the environment. *Calif. Agric.* 54: 7-12.
- Morlat R, Asselin C (1992) Approche objective des terroirs et typologie des vins en Val de Loire. En *La Zonazione Viticola tra Innovazione Agronomica, Gestione e Valorizzazione del Territorio*. Istituto Agrario San Michele all'Adige. Italia. pp. 69-91.
- Muñoz L, Romero H, Vásquez A (2004) La vitivinicultura moderna en Chile: caracterización de su evolución reciente y dificultades para el desarrollo local. En *XXV Congr. Nac. y X Int. de Geografía*. Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas, Santiago, Chile, pp. 24-27.
- ODEPA (2011) *Boletín de Vinos y Pisco: Producción, Precios y Comercio Exterior*. Abril. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 19 pp.
- Oliva JD (2009) *Niveles Tecnológicos en las Explotaciones Vitivinícolas de los Departamentos de Lavalle y Las Heras, Provincia de Mendoza*. Tesis. Universidad Nacional de General Sarmiento. Buenos Aires, Argentina. 70 pp.
- Pszczółkowski P (1995) La calidad potencial y la calidad de consumo en los productos vitivinícolas. *Chile Agric.* 20: 314-317.
- SAG (2008) *Catastro Vitícola, Informe Anual 2007-2008*. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_agropecuarias/2009/catastro_viticola_2007_2008_completo.pdf (Cons. 17/03/2011).
- Santibáñez F, Uribe J (1993) *Atlas Agroclimático de Chile: Regiones VI y VII*. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 66 pp.
- Schulmann RD (1997) Modern Technology Meets Traditional Farm Practices. *Geo Info Syst.* 7: 33-37.
- Scienza A (1992) I rapporti tra vitigno ed ambiente: le basi culturali e gli strumenti di valutazione. En *La Zonazione Viticola tra Innovazione Agronomica, Gestione e Valorizzazione del Territorio*. Istituto Agrario San Michele all'Adige. Italia. pp. 11-25.
- Smith L, Firms P (1998) Applied research into the integration of spatial information systems with viticultural research & vineyard management systems. En *10th Colloq. Spatial Information Research Centre*. University of Otago, Dunedin, Nueva Zelandia. pp. 299-306.
- Smith L, Whigham P (1999) spatial aspects of vineyard management and wine grape production. En *11th Colloq. Spatial Information Research Centre*. University of Otago, Dunedin, Nueva Zelandia. pp. 171-182.
- Sotomayor J, Lavín A (2002) Variedad País. Mayor tecnología, mayor producción, menor calidad del vino. *Tierra Adentro* 42: 28-29.
- Troncoso J, Riquelme J, Laurie F, Abarca J (2002) Evaluación de las ventajas relativas de la vendimia mecanizada en Chile central. *Agric. Técn.* 62: 310-320.
- Vergara S (2001) *El Mercado Vitivinícola Mundial y el Flujo de Inversión Extranjera a Chile*. Serie de Desarrollo Productivo 102. CEPAL. Santiago, Chile. 37 pp.
- Watkins RL (1997) Vineyard site suitability in Eastern California. *GeoJournal* 43: 229-239.

CHARACTERIZATION OF THE TECHNOLOGY LEVEL OF GRAPEVINE BLOCKS IN THE SAGRADA FAMILIA COUNTY, CHILE

Carlos Mena, Yerko Moreno, Yony Ormazábal, Yohana Morales, Carlos Ávila and Oscar Bustos

SUMMARY

The technology level (NT) related to the management of grapevine blocks in the Sagrada Familia county, Chile, was estimated from technical-productive variables and using geomatic techniques. A SPOTMaps color mosaic was used for the identification and delimitation of grapevines blocks and GPS (global positioning system) equipment was used to support field work. The administrative and technical information associated with each vineyard and its grapevines blocks was collected by means of field surveys, whose variables and alternatives were

later evaluated by experts related to the vine-growing sector. The spatial distribution pattern of NT was represented by maps. Most of the grapevines blocks (59%) have a medium level (NT2) of technological implementation, while the remaining area is divided equally between high and low levels (NT1 and NT3), with 20 and 21% respectively, which denotes a process of technological transition leading to improvement of vineyard productivity.

CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL TECNOLÓGICO DE PARCELAS VINÍCOLAS NA COMUNA DE SAGRADA FAMILIA, CHILE

Carlos Mena, Yerko Moreno, Yony Ormazábal, Yohana Morales, Carlos Ávila e Oscar Bustos

RESUMO

Estimou-se o nível tecnológico (NT) associado ao manejo de parcelas vinícolas da comuna de Sagrada Família, a partir de variáveis técnico-produtivas e mediante técnicas geomáticas. Utilizou-se um mosaico cor SPOTMaps para identificação e delimitação das parcelas vinícolas e equipamentos GPS (sistemas de posicionamento global) para apoio em terreno. Recolheu-se informação administrativa e técnica associada a cada parcela mediante pesquisa em terreno cujas variáveis e alternativas posteriormente foram avaliadas por expertos relaciona-

dos ao setor vinícola. Através de cartografia se representou o padrão de distribuição do NT, onde a maioria das parcelas vinícolas (59%) apresentam um nível médio de implementação tecnológica (NT2), enquanto que o resto da superfície se divide equitativamente entre o nível alto e baixo (NT1 e NT3), com 20 e 21% respectivamente, situação que evidencia um processo de transição tecnológica tendente a melhorar a produtividade do vinhedo.