

DETERMINACIÓN DE ZONAS IDÓNEAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES VITIVINÍCOLAS EN LA COMUNA DE HUALAÑÉ.

Francisco Osses R.

Ingeniero Agrónomo.

Mg. Gestión Ambiental Territorial. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Talca, Chile.

RESUMEN:

La planificación territorial se enfrenta al principal problema de manejar una gran cantidad de información espacial, en donde debe integrar un conjunto de criterios, normas y planes que regulen la actividad con el fin de conseguir una adecuada relación entre el área, población, actividades, servicios e infraestructura. El presente estudio plantea una metodología basada en la integración de los Sistemas Información Geográfica (SIG) y las Técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) para obtener un Modelo de Capacidad de Acogida que determine las zonas idóneas para el establecimiento de plantaciones vitivinícolas en la comuna de Hualañé, ubicada en la Región del Maule-Chile.

Se construyó una base de datos digital vectorial que incluyó exposición de laderas, profundidad suelo, drenaje, pendientes, caminos, zonas urbanas, distancia a cursos de agua, entre otras. El MCA resultante muestra que un 0,45 % de superficie en categoría "muy alta", 20,41 en categoría "alta", 46,17 en categoría "media", mientras que las categorías "baja", "muy baja" y "excluyente" en idoneidad del establecimiento de plantaciones vitivinícolas en conjunto suman un 32,97%. Los resultados fueron comparados con el catastro digital de viñas, quedando en evidencia el potencial de suelo para establecer plantaciones en las zonas de categorías muy alta, alta y media las que alcanzan un 67.36% de la superficie de la zona en estudio.

Palabras clave: Evaluación Multicriterio, SIG, cultivo de vid, Modelo capacidad de acogida.

ABSTRACT:

Territorial land use planning is facing the main problem of handling a large amount of spatial information, on where to integrate a set of criteria, standards and plans which regulate the activity in order to achieve an appropriate relationship between area, population, activities, services and infrastructure. This study shows a methodology based on the integration of Geographic Information Systems (GIS) and Multicriteria Evaluation Techniques (EMC) in order to get the Model of Reception Capacity which determinate suitable areas for plantation establishment vineyards in Hualañé commune, located in the Maule Region, Chile.

It was made a digital vector data base which included among other, land exposure, soil depth, drainage, slope, roads, urban areas, distance to water courses. The resulting MCA shows 0.45% of the area in "very high" category, 20.41% in "high" category, 46.17% in "medium category, while the categories "low", "very low" and "exclusive" on suitability of vineyard together account for a 32.97%. The results were compared with the digital register of Chilean vineyards. It is clear the potential of the land to establish vineyards in the very high, high and medium categories areas, which all together reach a 67.36% of the area under study.

KEYWORDS: Multicriteria Assessment, GIS, vine growing, Model carrying capacity.

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos, día a día, se somete al factor limitante que es el recurso suelo, sumado a esto, las diferentes formas de producción están restringiendo aún más las zonas donde se pueden producir. Es por esto que hoy se necesita realizar una buena planificación del territorio con la información y conocimientos existentes, logrando así una optimización de los recursos y una mejor eficiencia del aprovechamiento de éstos.

En la actualidad se están utilizando como información primaria los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que ellos nos entregan información base fundamental al momento de poder evaluar alternativas en la utilización de los espacios. Junto con ello, la información técnica digitalizada que agrupa gran cantidad de datos, además de imágenes satelitales y la ayuda en terreno de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

El proceso de planificación intenta diseñar un futuro previsible desde el presente, tomando todas las herramientas existentes e involucrando la política económica social, cultural y ecológica, para así mejorar la calidad de vida, la gestión responsable de los recursos naturales y la utilización racional del territorio.

En el presente estudio se evaluarán los factores edafoclimáticos que influyen de manera directa en la obtención de áreas óptimas para el establecimiento de plantaciones de vid vinífera, mediante Técnicas de Evaluación Multicriterio y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Con la información obtenida mediante el Modelo de Capacidad de Acogida y el catastro actual de vides viníferas de la comuna en estudio (Proyecto "Cartografía Digital del Viñedo Chileno en la Región del Maule"), se evaluará y analizará el uso real y potencial del suelo.

METODOLOGIA

Descripción de la Zona de Estudio

La comuna de Hualañe se ubica a 82 km al oeste de la comuna de Curicó, provincia de Curicó, Región del Maule, posee una superficie de 629,01 km² y una población de 9.741 habitantes (INE, 2002), se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM (Datum WGS 84 y Zona 19 Sur): 6111969 – 6143741 Norte y 230197 – 276316 Este (Ver figura N° 1).

Presenta un clima de tipo mediterráneo templado, que se caracteriza por un clima suave con algunas influencias costeras. Con temperaturas promedio en de 18.1 °C y 29.1 °C como máxima en los 6 meses mas cálidos; en los meses mas fríos alcanza en promedio los 9.2 °C, con temperaturas mínimas de 4.7 °C.

Los suelos son de formación "in Situ" a partir de roca madre metamórfica, a este tipo de suelo pertenece la serie constitución que se caracteriza por ser de posición alta, ondulados a quebradas, de textura liviana en los horizontes superiores (franco, arcilla, arenoso) y arcillas en los horizontes profundos. También existen las terrazas de ríos que son suelos de textura variados pero predominan los de tipos livianos. En general, son suelos que permiten variados usos, pero existen severas limitaciones para el cultivo de frutales por presencia de agua a cierta profundidad.

El sistema hidrográfico de la comuna corresponde al Río Mataquito, el cual desemboca en el sector costero de la comuna de Licantén, el cual es un humedal que constituye un hábitat con una gran biodiversidad de especies migratorias y residentes. Tiene una hoya hidrográfica de 6.050 km, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar, con un recorrido de 130 km. Es un río de aguas tranquilas navegable para embarcaciones pequeñas, este río permite al agricultor alimentar sus tierras para una mejor producción.

Esta comuna se caracteriza por poseer una agricultura local correspondiente a hortalizas y cultivos anuales principalmente y una superficie menor destina al cultivo de la vid vinífera. Dispone de las características necesarias para establecer plantaciones de vid viníferas de acuerdo a las exigencias

de la planta en cuanto a clima, uso de suelo, agua y así evaluar los factores de clima, suelo, centros poblados, cursos de aguas que intervienen en la elección del modelo, además de poseer un alto potencial productivo.

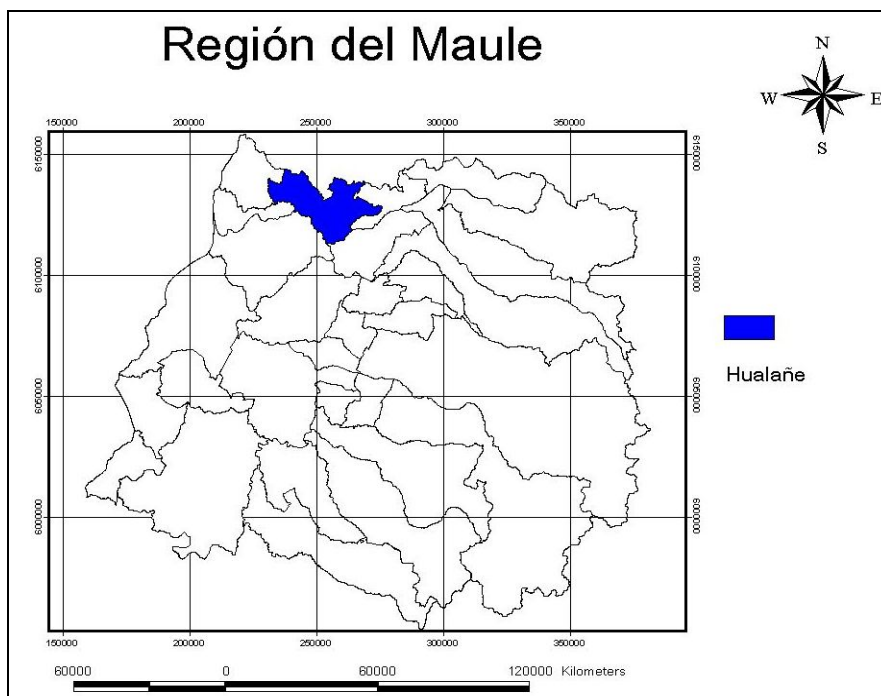


Figura N° 1. Plano de Ubicación de la comuna de Hualañé

Determinación de las Variables en Estudio

Lo fundamental en este proceso es determinar cuáles son los parámetros asociados al cultivo y cuáles son los más influyentes en éste. La búsqueda se realizó en relación a las condiciones óptimas (temperatura, suelo, disponibilidad de agua entre otros), de cada requerimiento del cultivo en su desarrollo, ya sea tanto productivo como de calidad. A continuación se definen algunas de las variables que se consideraron:

Variables edáficas: Al realizar un análisis de toda la información asociada a este factor y teniendo en cuenta los requerimientos del cultivo de vid vinífera, se pueden mencionar las siguientes capas asociadas a este factor: Exposición de Laderas, profundidad de suelo, drenaje, pendiente.

Variables Climáticas: En este campo se evaluaron las condiciones asociadas al clima como las temperaturas medias, radiación solar y horas frío entre otras.

Restricciones Asociadas

Las restricciones consideradas están asociadas al ámbito legal y las a la conservación de los recursos para así evitar la degradación o pérdida de estos. Es precisamente que se Consideran criterios que inhabilitan el uso permanente del sitio entre las cuales se pueden mencionar la ocupación o por el desarrollo de otro sistema como zonas urbanas, caminos y áreas de protección.

Suelo

Discriminar todas las áreas no agrícolas, entre las cuales podemos considerar restricciones de:

Zonas pobladas, las que se definen por el desarrollo urbanizado de la población.

Los caminos, entre los cuales se encuentran carreteras, caminos rurales, vías huellas.

Cursos de agua, los que están definidos por esteros de caudal permanente y ríos.
Zonas de protección, las cuales pueden ser áreas en conservación, parques, humedales entre otros.
Estas superficies quedan descartadas por ser utilizada para cumplir otra función, el cual inhabilita el uso permanente del suelo para así desarrollar el sistema productivo en estudio.

Variables Climáticas

Para el caso de las variables climáticas, por las características asociadas a la zona agroecológica, esta no presenta problemas de inviernos fríos o presencia de heladas recurrentes, problemas de viento, que influyen de manera restrictiva por producir efectos negativos en el desarrollo de los cultivos y así en la determinación de áreas idóneas para el establecimiento de la vid vinífera.

Panel de Expertos

El panel de expertos analizó todas las variables estableciendo resultados que sirven en la determinación del lugar óptimo, para posteriormente chequear la valorización de las variables obtenidas y generar las capas finales. El panel de expertos lo conformaron profesionales geógrafos, ingenieros agrónomos de la Universidad de Talca, profesionales ingenieros agrónomos, dedicados al área de los recursos naturales renovables y sistemas de información geográfica, del área pública Servicio Agrícola y Ganadero, Profesionales independientes y vitivinicultores de la Región del Maule.

Elaboración de Base de Datos Digital

Para establecer la base de datos previamente definimos los factores y limitantes para su conformación, estos requirieron establecer jerarquías o valorización de categorías entre ellos, así se asociaron las variables a coberturas digitales georeferenciadas, como las de pendiente, capacidad de uso y textura del suelo entre otras.

El proceso para elaborar la base digital es con la información del área de estudio, la cartografía digital, base de datos digitalizada, coberturas asociadas a variables edáficas (profundidad, drenaje, pendiente), climáticas (temperaturas, horas frío, radiación solar) y restricciones asociadas (zonas urbanas, caminos, cursos de agua). La base de datos será construida en formato vectorial, posteriormente para el análisis y resultados se empleará un software que maneja información en formato raster.

Definición de Alternativas para cada Criterio

La definición de alternativas viene dada por la información contenida en las tablas anexas de cada criterio o variable establecida, ya que no se realizó tratamiento en la información rasterizada.

La definición de cada alternativa está contenida en la conceptualización objetiva de cada unidad, como constituyentes de la individualidad de cada variable espacial.

A. Variables edáficas:

A 1. Profundidad:

A 2. Drenaje:

A 3. Pendiente del Terreno:

B. Variables Climáticas

B 1. Temperaturas Estacionales (primavera – verano):

B 2. Horas Frío:

B 3. Radiación Solar:

Inclusión de las Restricciones

Las variables evaluadas a ser incluidas como restricciones, son las asociadas al uso del suelo y a las condiciones óptimas para el desarrollo de la planta. Las coberturas de restricciones establecidas se denominan como capas binarias ya que estas poseen sólo dos valores numéricos que describe como Valor 0 al lugar o área el cual esta incluida la restricción, es decir no se puede realizar en el actividad que esta siendo evaluada; y con valor 1 que indica que en el área evaluada se puede realizar la actividad.

A continuación se describirá la metodología y consideraciones empleadas para generar dichas restricciones asociadas.

A. Proximidad a los Centros Urbanos o Poblados.

Como consideración al momento de evaluar la proximidad a los centros urbanos se debe tener en cuenta que estamos hablando de un cultivo extensivo, el cual tiene un sistema de producción definido por sus periodos vegetativos donde se realizan aplicaciones de productos, los cuales pueden influir en la salud humana, sin embargo, hay que considerar que estas zonas geográficas tienen un sistema que está orientado a pequeñas explotaciones con un bajo nivel de tecnología dirigido a la subsistencia por cuanto el riesgo mencionado anteriormente a la salud humana se ve minimizado.

La metodología empleada para implementar esta restricción, es mediante la construcción de una cobertura de distancias. Previo a la etapa antes mencionada y mediante el software Google earth se identificaron las zonas pobladas y urbanas del área en estudio y se vectorizaron los polígonos en ArcView Gis 3.2.

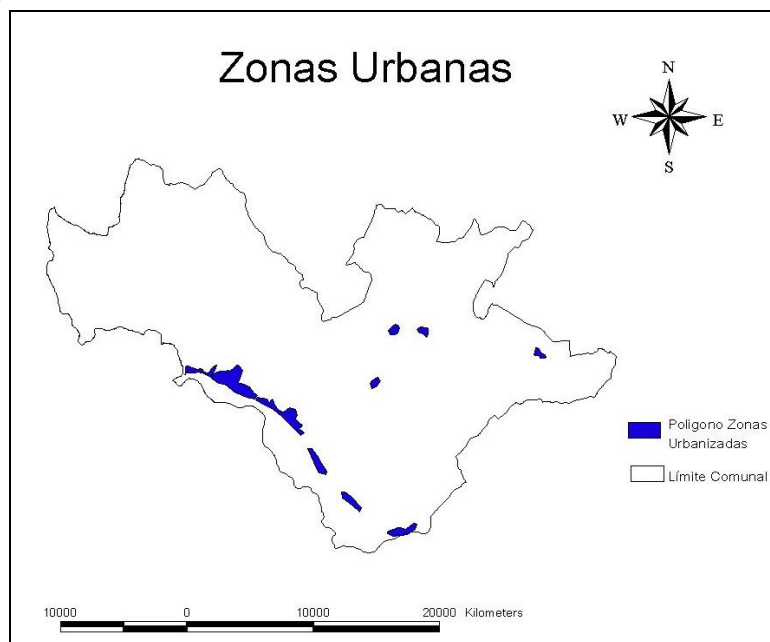


Figura N° 2. Polígono de áreas pobladas, zona de estudio.

B. Proximidad a caminos.

La metodología empleada para determinar la restricción asociada a los caminos, fue generando una cobertura de distancias, en el cual se tomaron los principales caminos y vías de tránsito como punto de referencia. La distancia que se asumió como buffer se debe a que en toda vía pública las construcciones o edificaciones deben tener una distancia hacia la calle por efectos de posibles

expropiaciones o en el caso de vías de tránsito que sean de tierra, para evitar la acumulación de polvo que esta en directa relación con el contenido de Fe en el vino, además de acuerdo a los acuerdos de buenas practicas Agrícolas y tratados bilaterales con otros países se limita la cercanía con asfalto.

C. Proximidad a Curso de aguas superficiales

Para esta restricción se consideró dentro de los cursos de aguas superficiales, los ríos y esteros con cursos de aguas permanentes, ya que son éstos los que tiene una condición de ser inalterables frente a cualquier proyecto u obra civil que involucre el recurso hídrico. La consideración de éstos es en base a su fauna y flora existente; y el efecto de conservación del recurso suelo por problemas de preservación de éste.

La distancia considerada en esta alternativa esta en directa relación con la conservación de los recursos naturales y del recurso de suelo, el descepaje o destronque en laderas que lleguen a cursos de agua, esto se debe por el efecto de la posible erosión de la tierra y por ende producir embancamiento del curso de agua.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se definen las matrices que fueron evaluadas por los expertos, donde se obtuvo la asignación de cada juicio de valor, incluyendo la razón de consistencia obtenida.

Cuadro N° 1. Matriz madre de la evaluación realizada con sus respectivos juicios de valor asignados.

	Exposición Laderas	Profundidad de suelos	Drenaje	Pendientes	Temperaturas	Horas Frío	Radiación Solar	Distancia Cursos agua
Exposición Laderas	1							
Profundidad de suelos	0.48	1						
Drenaje	0.25	0.58	1					
Pendientes	0.63	0.31	0.73	1				
Temperaturas	0.51	0.50	0.81	0.75	1			
Horas Frío	0.17	0.75	1.06	0.94	1.88	1		
Radiación Solar	0.23	0.60	0.94	0.82	1.38	1.50	1	
Distancia Cursos agua	0.29	0.32	1.25	1.75	2.50	1.13	0.69	1

Razón de Consistencia: 0.07 (consistencia es aceptable)

En el cuadro N° 1 se expone la "Matriz madre" de evaluación resultante de la comparación de todos los criterios evaluados por el panel de expertos, además posee una consistencia de 0.07 considerada aceptable.

Cuadro N° 2. Matriz de evaluación del factor "Exposición de Laderas".

Exposición de ladera	Norte	Llano	Este	Oeste	Sur
Norte	1				
Llano	1	1			
Este	0.4575	0.305	1		
Oeste	0.435	0.2375	0.39375	1	
Sur	0.3738	0.22875	0.3725	0.79125	1

Razón de Consistencia: 0,03 (consistencia es aceptable)

El factor de "exposición de laderas", al parecer de los expertos busca poder valorar cual es la alternativa más óptima en la relación rendimiento/calidad, presenta una consistencia de 0.03 considerada aceptable.

Cuadro N° 3. Matriz de evaluación del factor "Profundidad de Suelos".

Profundidad del Suelo (cm)	Muy Delgado (menor de 20 cm.)	Delgado (20 a 40 cm.)	Ligeramente Profundo (40 a 70 cm.)	Moderada. profundo (70 a 90 cm.)	Profundo más 90 cm.)	Sin clasificación
Muy Delgado (menor de 20cm)	1					
Delgado (de 20 a 40 cm)	3.13	1				
Ligeramente Profundo (de 40 a 70 cm)	4.38	3.88	1			
Moderadamente profundo (de 70 a 90 cm)	8.38	6.38	5	1		
Profundo (de más 90 cm)	9	7.5	8.5	1.88	1	
Sin clasificación	6	5	4	1	0.25	1

Razón de Consistencia: 0,06 (consistencia es aceptable)

El factor de "profundidad de suelo", es una alternativa que va directamente relacionada con el soporte y desarrollo radicular de la planta, así como la capacidad de crecimiento de éstas, presenta una consistencia de 0.06 considerada aceptable.

Cuadro N° 4. Matriz de evaluación del factor "Drenaje".

Drenaje	bueno	moderado	imperfecto	sin clasificación
Bueno	1			
Moderado	0.44	1		
Imperfecto	0.20	0.20	1	
Sin clasificación	0.15	0.30	0.60	1

Razón de Consistencia: 0,04 (consistencia es aceptable)

El factor "drenaje", considera la capacidad que tiene el suelo en cuanto a la capacidad de éste de poder retener la humedad y disponibilidad para la planta, este factor presenta una consistencia de 0.04 considerada aceptable.

Cuadro N° 5. Matriz de evaluación del factor "Pendiente".

Pendiente	0 a 1% plana	1 a 2% ligera. inclinada	2 a 3% suave inclinada	4 a 8% moderada inclinada	9 a 15% fuerte inclinada	15 a 25% moderada escarpada
0 a 1% plana	1					
1 a 2% ligeramente inclinada	0.75	1				
2 a 3% suavemente inclinada	0.69	0.94	1			
4 a 8% moderada inclinada	0.46	0.36	0.30	1		
9 a 15% fuertemente inclinada	0.16	0.32	0.25	0.18	1	
15 a 25% moderada escarpada	0.11	0.11	0.11	0.13	0.16	1

Razón de Consistencia: 0,07 (consistencia es aceptable)

El factor "Pendiente" evalúa o determina de acuerdo a los expertos cuales son las más favorables para establecer plantaciones de vides considerando en este caso la condición que presentan los agricultores de estas localidades, presento una consistencia de 0.07 considerada aceptable.

Cuadro N° 6. Matriz de evaluación del factor "Temperaturas mínimas".

Temperaturas primavera prom.	-1.1	-0.4	1.4	2.1	5.2	7.1	7.3	7.8	8	8.1	8.5	8.6
-1.1	1											
-0.4	1.13	1										
1.4	2.25	3.38	1									
2.1	4.25	4	2.75	1								
5.2	6.63	5.88	4.63	3.88	1							
7.1	6.75	6.63	5.88	5.5	4.38	1						
7.3	7	6.75	6	5.88	4.63	1	1					
7.8	7.13	6.88	6.5	6.25	4.88	1.25	1.13	1				
8	7.25	7	6.75	6.5	5.13	1.63	1.38	1	1			
8.1	7.38	7.13	6.88	6.75	5.5	2.13	1.88	1	1	1		
8.5	7.63	7.25	7	6.88	5.75	2.5	2.25	1.25	1	1.13	1	
8.6	8.25	7.63	7.25	7.13	6.13	2.88	2.75	1.38	1.13	1.13	1	1

Razón de Consistencia: 0,05 (consistencia es aceptable)

El factor "Temperatura" considera temperaturas promedio en los meses críticos para el cultivo de la vid, que va desde el rompimiento de la yema del brote hasta la etapa de maduración del grano, presento una consistencia de 0.05 considerada aceptable.

Cuadro N° 7. Matriz de evaluación del factor "Horas frío"

Horas Frío (Horas)	Menos de 500	500 a 700	700 a 900	900 a 1100	Más de 1100
Menos de 500	1				
500 a 700	0.94	1			
700 a 900	0.81	0.53	1		
900 a 1100	0.66	0.32	0.73	1	
Más de 1100	0.53	0.15	0.58	0.875	1

Razón de Consistencia: 0,03 (consistencia es aceptable)

El factor "Horas frío" corresponde a acumulación de horas frío bajo temperaturas de 7°C para un buen desarrollo de la planta al momento de la inducción de la yema, presenta una consistencia de 0.03 considerada aceptable.

Cuadro N° 8. Matriz de evaluación del factor "Radiación Solar".

Radiación solar	Menos de 400	400 a 500	500 a 600	600 a 700	más de 700
Menos de 400	1.00				
400 a 500	1.00	1.00			
500 a 600	1.25	1.13	1.00		
600 a 700	1.50	1.25	1.00	1.00	
Más de 700	1.88	1.50	1.00	1.00	1.00

Razón de Consistencia: 0,06 (consistencia es aceptable)

El factor "Radiación solar" esta corresponde a la necesidad de la planta de longitudes de onda para su desarrollo fotosintético, presenta una consistencia de 0.06 considerada aceptable.

Cuadro N° 9. Matriz de evaluación del factor "Distancia Cursos de Agua"

Distancia a Curso de Agua	1-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	Más 2000
1-500	1				
500-1000	0.34	1			
1000-1500	0.25	0.30	1		
1500-2000	0.17	0.20	0.37	1	
Más 2000	0.14	0.17	0.27	0.34	1

Razón de Consistencia: 0,06 (consistencia es aceptable)

Factor "distancia cursos de agua" para este factor se considero al disponibilidad de agua y la cercanía de esta como fuente de riego, presenta una consistencia de 0.06 considerada aceptable.

Pesos y Normalización de las alternativas asociadas a los criterios utilizados en la investigación.

Cuadro N° 10. Pesos de los criterios utilizados en la investigación.

Criterios	Peso w_{ij}	Normalización
Exposición Laderas	0.2998	100,00
Profundidad de suelos	0.1729	45,16
Drenaje	0.0858	7,52
Pendientes	0.0898	9,25
Temperaturas	0.0684	0,00
Horas Frío	0.0907	9,64
Radiación Solar	0.0939	11,02
Distancia Cursos agua	0.0987	13,09

Al analizar los pesos de los criterios utilizados en la investigación, obtenidos de la evaluación de los expertos, la variable que presentó un mayor peso (0.2998), es la "Exposición de Laderas", esto se debe a que el cultivo de la vid presenta mayores estímulos en su producción de acuerdo a la disposición de ésta, lo cual lo hace un factor que se puede considerar al momento de estimar la producción en función de la calidad.

La "profundidad de los suelos" obtuvo un peso de 0.1729, la importancia obtenida se debe a que el suelo es el medio en donde se desarrolla el crecimiento radicular de la planta, que a su vez es el medio físico, que da el soporte y es el que interrelaciona al momento de la entrega de los nutrientes. Le sigue en un menor grado la variable de "Distancia a Cursos de Agua" con un peso de 0.0987, la importancia de ésta se debe al requerimiento de la planta para su desarrollo.

Cabe hacer notar que las tres variables con mayor peso corresponden a los factores que inciden directamente en la fisiología de la planta, la relación Suelo, Planta, Agua, Atmosfera, que al interactuar entre ellos determinan los requerimientos del cultivo en agua y nutrientes.

Posteriormente le siguen en importancia de peso la "Radiación Solar" con un peso de 0.0939, "horas frío" con un 0.0907, "Pendiente" con 0.0898, "Drenaje" con 0.0858 y por último "Temperatura" con 0.0684.

La "Radiación Solar" es una variable importante en el ciclo reproductivo ya que aquí se produce la pinta del grano y acumulación de azúcares en el fruto. Sin embargo, es bueno recordar que esa radiación solar sólo es eficaz si es interceptada por el follaje.

En cuanto a las "Horas Frío", es una variable importante en el desarrollo fisiológico de la planta de vid, al ser una especie que se desarrolla bien en climas templados, requiere una acumulación invernal de horas frío que va desde los 500 a 1.300 horas, necesarias para que la planta desarrolle sin problemas la brotación y floración. El bajo peso dado por la valorización de los expertos en relación a las demás variables evaluadas se puede deber a que las condiciones climáticas del área de estudio no presentan problemas con este requerimiento, pero si se debe considerar al momento de realizar la evaluación de la potencialidad de las áreas donde se determine establecer las plantaciones.

Cuadro N° 11. Pesos de importancia y normalización del factor "Exposición de Laderas".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
Norte	0.2829	67.96
Llano	0.379	100
Este	0.1673	29.41
Oste	0.0917	4.20
Sur	0.0791	0

Para este caso el mayor valor lo alcanzó a juicio de los expertos la alternativa Llano y posteriormente ladera Norte, esto se debe a que en la práctica estas son las más utilizadas al momento de realizar una plantación, ya que es aquí donde las plantas pueden alcanzar sus máximos rendimientos por la disponibilidad de radiación, ventilación, en comparación a las otras alternativas evaluadas.

Cuadro N° 12. Pesos de importancia y normalización del factor "Profundidad de Suelo".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
Muy Delgado (menor de 20cm.)	0.0269	0.00
Delgado (de 20 a 40 cm.)	0.0463	4.35
Ligeramente Profundo (de 40 a 70 cm.)	0.0932	14.86
Moderadamente profundo (de 70 a 90 cm.)	0.2929	59.61
Profundo (de más 90 cm.)	0.4731	100
Sin clasificación	0.0676	9.12

Al momento de realizar la evaluación de la profundidad de los suelos la alternativa que alcanzó la máxima importancia fueron los suelos profundos (mayores de 90 cm.), ésto se debe a que las plantas de vid tienen un crecimiento radical y a esta profundidad no poseen limitantes en el crecimiento y desarrollo de las raíces.

Cuadro N° 13. Pesos de importancia y normalización del factor "Drenaje"

Alternativa	Peso w_{ij}	N
Bueno	0.53	100
Moderado	0.3039	50.51
Imperfecto	0.0931	4.38
Sin clasificación	0.0731	0.00

La alternativa que presenta una mayor importancia son los suelos con un drenaje bueno siendo el que presenta una remoción del agua en forma rápida por infiltración pero manteniendo en éstos una humedad adecuada.

Cuadro N° 14 Pesos de importancia y normalización del factor "Pendientes".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
0 a 1% plana	0.2884	100
1 a 2% ligeramente inclinada	0.2338	79.59
2 a 3% suavemente inclinada	0.2476	84.75
4 a 8% moderada inclinada	0.1468	47.07
9 a 15% fuertemente inclinada	0.625	15.55
15 a 25% moderada escarpada	0.0209	0.00

En la alternativa de pendientes, según la importancia entregada por los expertos, se obtuvo que las pendientes de 0 a 1% fueron las de mayor importancia ya que son éstas las que presentan las mejores condiciones para el establecimiento de las plantaciones, debido a que no necesitan de intervención de técnicas para desarrollar la plantación, como es el caso de las pendientes mayores que si requieren labores de conservación de suelo.

Cuadro N° 15. Pesos de importancia y normalización del factor "Temperaturas mínimas".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
-1.1	0.0128	0.00
-0.4	0.0134	0.40
1.4	0.019	4.13
2.1	0.0259	8.72
5.2	0.0438	20.64
7.1	0.0902	51.53
7.3	0.0957	55.19
7.8	0.1185	7.37
8	0.1294	77.63
8.1	0.1374	82.96
8.5	0.1509	91.94
8.6	0.163	100

El panel de expertos entregó el máximo valor a la alternativa de temperaturas mínimas promedios de 8.6 °C ya que son éstas las temperaturas idóneas para el crecimiento vegetativo de las plantas.

Cuadro N° 16. Pesos de importancia y normalización del factor "Horas frío".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
Menos de 500	0.2352	50.28
500 a 700	0.3751	100
700 a 900	0.1733	28.29
900 a 1100	0.1227	10.31
Más de 1100	0.0937	0.00

La alternativa de 500 a 700 horas frío fue la obtuvo la mayor importancia, ya que ésta son en promedio las encontradas en el área de estudio, además de estar entre el rango que requiere la planta. La mayor acumulación de horas frío no indica que sea un factor que influya en proporción directa a la cantidad acumulada por la planta.

Cuadro N° 17. Pesos de importancia y normalización del factor "Radiación Solar".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
Menos de 400	0.1534	0.00
400 a 500	0.1694	17.86
500 a 600	0.2113	64.62
600 a 700	0.223	77.68
Más de 700	0.143	100

La alternativa con una mayor importancia, a juicio de los expertos, es la radiación solar mayor a 700 longitudes de onda, debido a que con esta radiación la planta asegura que las características organolépticas de las variedades tengan su máxima expresión en cuanto a sus aromas, colores y sabores del producto final.

Cuadro N° 18. Pesos de importancia y normalización del factor "Distancia a Curso de Agua".

Alternativa	Peso w_{ij}	N
1-500	0.4802	100
500-1000	0.2790	54.22
1000-1500	0.1286	20
1500-2000	0.0715	7.01
Más 2000	0.0407	0

En cuanto a las distancia a los cursos de agua, la alternativa con mayor importancia fue la que indica distancias de 1 a 500 metros, ya que a medida que la distancia aumenta las exigencias también requieren una mejor forma de distribuir el agua, la eficiencia de ésta y los costos asociados.

Cuadro N° 19. Modelo de capacidad de Acogida para la determinación de zonas idóneas para el establecimiento de plantaciones vitivinícolas.

Categoría	Superficie (ha)	% Superficie
Muy Alta	282,18	0,45
Alta	12797,25	20,41
Media	28940,69	46,17
Baja	15861,25	25,30
Muy Baja	16,88	0,03
Excluyente	4790,44	7,64

Como resultado del modelo de capacidad de acogida, para la determinación de zonas idóneas para el establecimiento de plantaciones vitivinícolas, podemos observar que la categoría "Muy Alta", corresponde a 282,18 ha, lo que equivale al 0,45% del total de la superficie del área de estudio, que corresponde a los suelos idóneos para el establecimiento de plantaciones de vides de acuerdo a la evaluación realizada por el panel de expertos. La categoría "Alta" alcanzó a las 12.797,25 ha que corresponden al 20,41%, la categoría "Media" alcanzó las 28.940,69 ha correspondiente al 46,17%, siendo la clase que posee la mayor superficie identificada en el Modelo de Capacidad de Acogida, la categoría "Baja" alcanzó las 15.861,25 ha. que corresponden al 25,30%, la clase "Muy Baja" alcanzó 16,88 ha con un 0,03%, la categoría "Excluyente" alcanzó 4790,44 ha con un 7,64%.

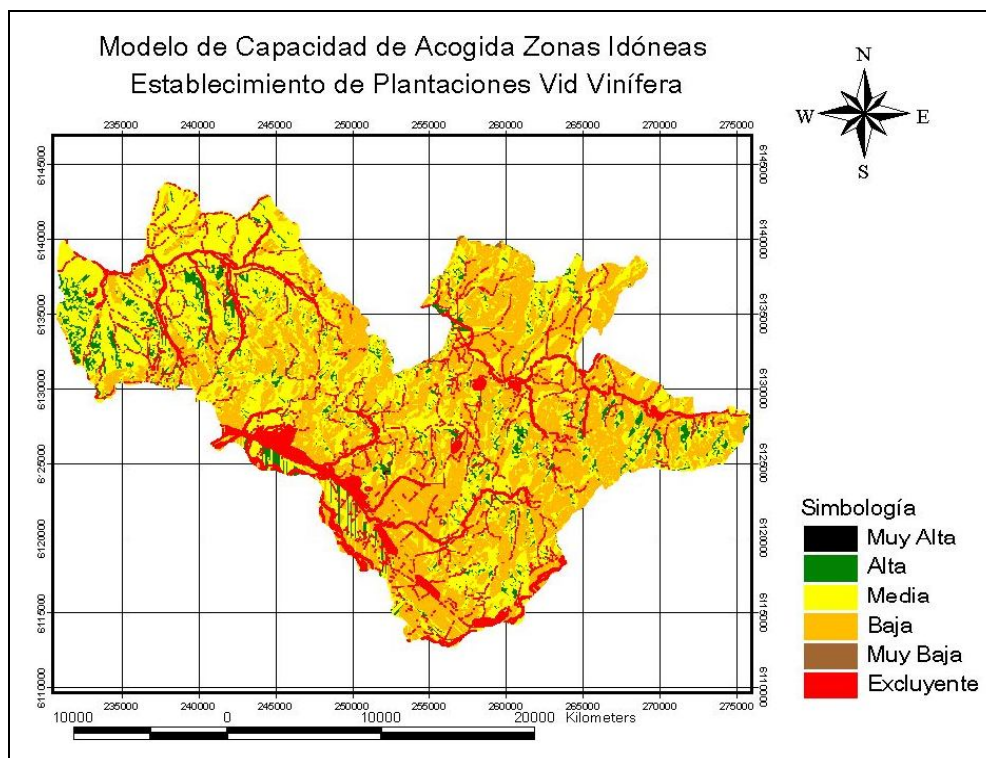


Figura N° 3. Mapa del Modelo de Capacidad de acogida de zonas idóneas para el establecimiento de plantaciones vitivinícolas.

En el modelo de capacidad de acogida se evidencian las diferentes categorías que arroja el estudio, donde se observa en rojo las zonas excluyentes que corresponden a zonas urbanas, caminos y ríos,

las tonalidades verdes, categorizada como alta se presentan en las zonas bajas y cercanas a los caminos.

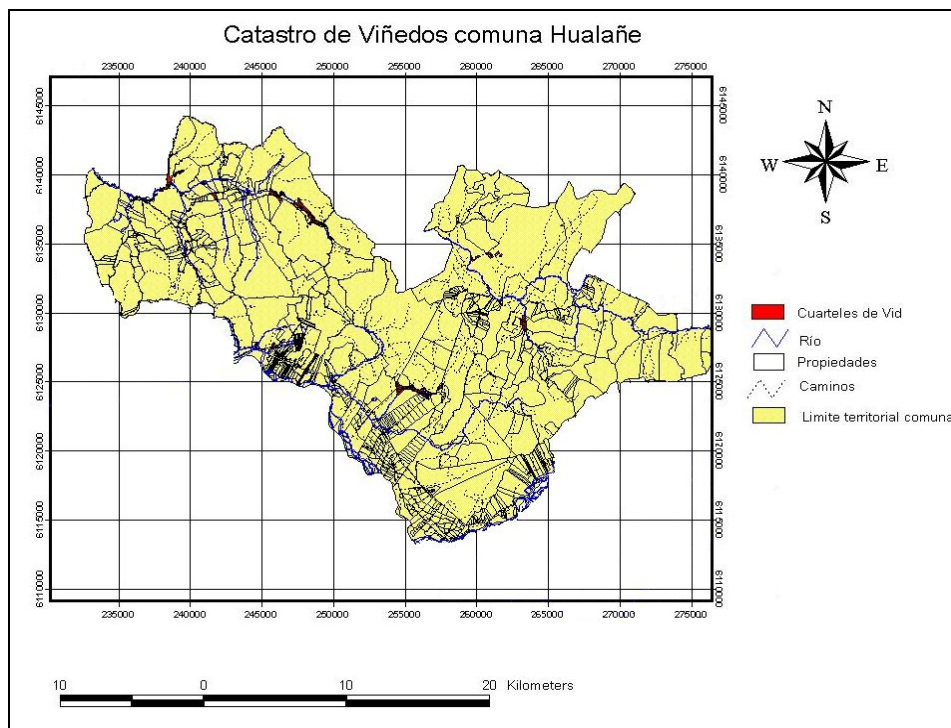


Figura N° 4. Mapa Catastro de viñedos comuna de Hualañe.

Categoría	Superficie Modelo (ha)	Superficie Plantada (ha) (catastro)
Muy Alta	282,18	0,31
Alta	12797,25	23,37
Media	28940,69	183,25
Baja	15861,25	29,62
Muy Baja	16,88	0
Excluyente	4790,44	94,31
Total	62688,69	330,86

Cuadro N° 20 Comparación de superficies Idóneas para plantar vides respecto a superficies plantadas según catastro digital del viñedo chileno.

Del cuadro anterior, donde se detalla la superficie obtenida mediante el Modelo de Capacidad de Acogida (EMC) y la superficie real plantada, según el Catastro Digital del Viñedo Chileno (Mena, et al. 2009 - 2012), se puede exponer lo siguiente:

De las Clases de Capacidad "Muy Alta" y "Alta", éstas llegan a las 0,31 y 23,37 hectáreas plantadas, según el Modelo de Capacidad de Acogida estas pueden llegar a las 282 y 12.797,25 hectáreas. En este caso se observa un gran potencial en cuanto a la superficie que se puede incorporar en este sistema productivo, sin embargo, debido a las condiciones antes mencionadas éste se ve limitado, ya que son zonas geográficas los cuales poseen pocas áreas de afloramiento de agua de manera natural. El modelo de capacidad de acogida concentro principalmente la superficie en la categoría

media con un total de 28.940,69 ha, de acuerdo con el catastro digital del viñedo chileno se encuentran 183,25 ha plantadas lo que tiene una relación directa con la capacidad del uso del suelo y el uso actual de suelo. En el caso de la categoría excluyente existen 94,31 ha plantadas, estas corresponden a caminos y zonas urbanas que están concentradas en zonas bajar cercanas a caminos y ríos, las cuales corresponden a zonas adecuadas para establecer plantaciones, también tiene un efecto del crecimiento urbano que ha dejado estas zonas incluidas en áreas pobladas. Existe una superficie plantada según el catastro digital que llega a las 330 ha en la comuna de Hualañe, de acuerdo al modelo de capacidad de acogida tenemos una superficie potencial aproximada a las 42.000 ha, lo cual nos vislumbra un gran potencial, sin embargo hay que considerar que existen factores que reducen el número de hectáreas, así podríamos señalar que el área de estudio está inserta en una zona netamente forestal, que las explotaciones prediales se consideran medianas a pequeñas (12 ha de riego básico) y que además una resistencia al cambio de uso de explotación del suelo, de uno existente el cual no posee grandes inversiones, manejo y de mayores tiempos de establecimiento a uno más dinámico, con mayor tecnología y menores tiempos de retornos de inversión.

CONCLUSIONES

La Categoría de prioridad "Muy Alta" representa 282,18 ha, lo que representa un 0.45% de la superficie total de la zona de estudio, lo que nos dice que hay poca representación en la distribución del mapa de capacidad de acogida, sin embargo existe de acuerdo al catastro digital vitivinícola 0.31 ha plantadas que representan al 0.11% de la superficie en categoría "Muy alta", lo que nos da un potencial de superficie a plantar y es aquí donde deben existir políticas orientadas al desarrollo local de la industria vitivinícola, potenciando la denominación de origen de estos vinos, que de acuerdo a las características climáticas poseería vinos de excelente calidad.

La Categoría de prioridad "Media" representa 28.940,69 hectáreas en la distribución del mapa de capacidad de acogida del territorio con un 46.38% de la superficie total del área de estudio y en la superficie plantada llega a las 183.25 ha siendo la más representativa en las plantaciones vitivinícolas existentes, una forma de poder potenciar esta categoría es a través de la mejora de la tecnología de riego y de la incorporación de cepas de calidad ya que a diferencia de las categorías muy alta y alta está no posee mayor competencia por el suelo, por sus características propias lo cual generaría un impacto positivo en la inversión y desarrollo de la vitivinicultura local.

La Categoría de prioridad "Excluyente" representa 4.790,44 hectáreas en la distribución del mapa de capacidad de acogida del territorio y la superficie plantada en esta zona de exclusión llega al 1.97%, esto se debe principalmente al crecimiento que ha experimentado el área urbana, junto con ello el desarrollo de plantaciones en sectores cercanos a caminos y lechos de ríos, una de las causas mas probables se debe a las explotaciones prediales que en gran parte estas corresponden a pequeños agricultores y en su fan de optimizar su recurso suelo, realizan plantaciones que no tienen muchas veces un objetivo de conservación, otra causa puede ser al aprovechamiento de los lechos de ríos o zonas bajas las cuales son terrazas de ríos, con cercanía de agua y suelos que presentan una mejor condición nutricional y de profundidad por la acumulación de sedimento.

En las Categorías de prioridad "Muy Alta" y "Alta" poseen un potencial probable de plantación de 13.055,75 hectáreas, si esta superficie efectivamente puede ser usada para plantaciones de vid vinífera, se debe planificar u orientar en una política local o desarrollo productivo orientado a mejorar los sistemas productivos existentes, es por ello que las autoridades y el gobierno deben implementar y fomentar el desarrollo productivo local ya que Chile de acuerdo al desarrollo de la industria vitivinícola y los precios que han experimentado las cepas finas en zonas de climas asoleados puede ser un nicho para la venta de uva como para la producción de vino.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, B; ARENAS, F; LAGOS, M. 2010. Incorporación de fragilidad ambiental y riesgos en la planificación territorial de la costa de Chile central. *Revista de Geografía Norte Grande*, 45, 5-20.
- BARREDO, J; M. GÓMEZ 2005. *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: Ra - Ma. Segunda edición actualizada.
- BAUTISTAS, J. 2007. Microclima de la canopia de la vid: influencia del manejo del suelo y coberturas vegetales. *Revista FCA UNCuyo*. Tomo XXXIX. N° 2. Año 2007. pp. 1-13.
- BATTISTELLA, M; SILVA, S; ALDAY, S; LIOTTA, M. 2007. Utilización de fotografías aéreas multiespectrales en vitivinicultura de precisión. En *Teledetección. Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*. Ed. Martín, San Juan, Argentina.
- BOSQUE, J; GARCIA, R. 2000. El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. En *anales de geografía de la Universidad Complutense*. 20: pp. 49-67.
- CASANOVA, M. 2010. *Estudios de suelos*. Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Cs Agronómicas, Universidad de Chile. 29 p.
- GENELETTI, D. 2010. Combining stakeholder analysis and spatial multicriteria evaluation to select and rank inert landfill sites, *Waste Management* 30, 328-337.
- GÓMEZ, D. 2002. *Ordenación Territorial*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.
- GONZÁLEZ, P. 2004. Comportamiento de las horas-frío, grados-día, heladas y precipitaciones en los agroecosistemas de la Región del Maule durante los eventos El Niño 1997 y La Niña 1998-1999. Editores, S. AVARIA, J. CARRASCO, J. RUTLLANT y E. YÁÑEZ, CONA, Chile, Valparaíso. pp. 231-252.
- GUTIÉRREZ J. 2008. Determinación de áreas prioritarias para la fiscalización forestal a partir del uso de la geomática: área de estudio comunas de Longaví y Parral. Proyecto de graduación para optar al grado académico de Magíster en Gestión Ambiental Territorial. Facultad de Ciencias Forestales. 84 p.
- HORMAZABAL C. 2006. Evaluación multicriterio para pronosticar la distribución espacial de cobre en suelos agrícolas. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.
- INSTITUTO NACIONAL ESTADISTICA (INE). 2002. *Censo Poblacional y de vivienda*.
- LOPEZ R; SANCHEZ, N; MORALES, R; MARTIN, S; SANTOS F. 2004. Utilización de un SIG para la evaluación de la potencialidad agrológica en la comarca de Tierra de Alba (Salamanca), *Geofocus*, art. N° 4, p. 25-43 ISSN: 1578-5157.
- MENA, C; GAJARDO, J; ORMAZABAL, Y. 2006. Modelación Espacial mediante Geomática y Evaluación Multicriterio para la Ordenación Territorial. *Revista Facultad Ingeniería, Universidad Tarapacá*, vol. 14 N° 1, p 81-89.
- MENA, C. 2010. *Cartografía Digital del Viñedo Chileno en la Región del Maule*. Proyecto FIC Regional – FIA. Entro de Geomática – Centro de la Vid y el Vino. Universidad de Talca. (En ejecución).
- MUÑOZ, C; DZIEKOSKI, M; SOTO, G; LAMILLA, N. 2010. Hábitat y territorio: coherencia para el ordenamiento territorial: el caso de la provincia de Colchagua, Chile. *Revista INVI* [online]. vol.25, n.70, pp. 119-149.
- PROGRAMA REGIONAL BIOANDES. 2008. *Plan de ordenamiento territorial*. Revista Biodiversidad y Cultura en los Andes. Ed. Agruco – BioAndes – Poligraf. Vol. 1, 35.
- ORSI, F; GENELETTI, D; NEWTON, C. 2011. Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel – based approach. *Ecological Indicators* 2 (11), 337-347.

RIVERA, H. 2001. Aplicación de la Evaluación Multicriterio para la Asignación de Funciones al Territorio de la Reserva Nacional Valdivia. Valdivia Chile.

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2009. Catastro Vitícola Nacional. División de Protección Agrícola y Forestal, Subdepartamento de Viñas y Vinos.

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2010. Informe existencia Vinos. División de Protección Agrícola y Forestal, Subdepartamento de Viñas y Vinos

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2001. Pautas para Estudios de suelo. División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

TONIETTO J. 2007. Evaluación Climática Global de las Zonas Vitícolas. Revista Enología N° 2: 1-11.
<http://www.vinosdechile.cl/pagina/informacion-y-estadisticas/estadisticas anuales /2010/254>