

Capítulo 4

Huella Hídrica en Uva Pisquera

- Alfonso Osorio Ulloa
- Rodolfo Poblete Toro



Capítulo 4

Huella hídrica en Uva Pisquera



Figura 5. Superficie de Uva Pisquera por Región.

La producción de pisco se encuentra normada por la ley 18.455, Reglamento N° 521 y Decreto 75 (Modifica Decreto 521), del Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile y está asociada a las regiones de Atacama y Coquimbo, siendo esta última la que posee la mayor superficie de este cultivo. Según datos del catastro vitícola del año 2007 (SAG, 2007), la superficie a nivel nacional de vid pisquera, alcanza las 9.982 ha plantadas, de las cuales, el 94,2% de ellas se encontraban ubicadas en la Región de Coquimbo y sólo el 5,8% se localizaba en la Región de Atacama (Figura 5). La cantidad de productores asociados a este rubro, alcanzan un número de 3.190, dando como promedio explotaciones de aproximadamente 3 ha.

Al analizar la evolución de la superficie cultivada (Figura 6), esta se ha mantenido constante en los últimos diez años en torno a las 10 mil hectáreas, luego de haber tenido un aumento cercano al 70 % en los diez años anteriores. En el año 2007 se produjo una disminución de 0,8% respecto al año anterior en el cual se había llegado al récord de 10.063 hectáreas

plantadas de vides para pisco (SAG, 2007). Esto se debió principalmente a las menores perspectivas de rentabilidad, creando un desinterés de los agricultores por este rubro, sin embargo en los últimos 4 a 5 años, este rubro ha tenido un alza, asociada principalmente a la demanda de este producto por empresas vitivinícolas, las cuales ofrecen mejores retornos por kilogramo de fruta.

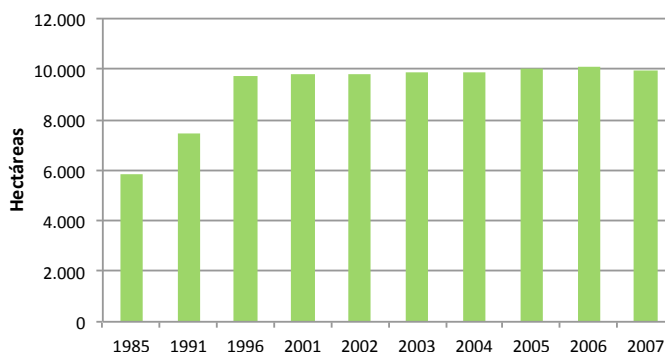


Figura 6. Evolución de la superficie de uva pisquera.

En la Tabla 5 puede observarse que hay cuatro variedades que cubren el 91,15% de la superficie total, siendo tres de ellas del grupo de las moscateles que, según expertos, presentan condiciones muy adecuadas para la producción de piscos de buena calidad. Se aprecia, asimismo, que la variedad Pedro Jiménez, considerada de menor valor para la producción de pisco, sigue ocupando casi el 25% del área

total dedicada a esta actividad; situación que se explicaría básicamente por su alto nivel de productividad, condición que permite tener una mayor rentabilidad de las explotaciones que la cultivan, al no existir una diferenciación en el precio por kilogramo en comparación con las variedades moscateles.

Tabla 5. Superficie de vides pisqueras por región y variedad (hectáreas)

Variedades	Atacama	Coquimbo	Total
Moscatel Rosada	27,7	2.540,0	2.567,7
Pedro Jiménez	145,6	2.322,0	2.467,6
Moscatel de Austria	148,8	2.125,4	2.274,2
Moscatel de Alejandría	223,7	1.567,4	1.791,1
Torontel	1,1	774,8	775,9
Moscatel Amarilla	0,5	57,8	58,3
Moscatel Blanca Temprana		18,6	18,6
Otras	29	18,6	47,6
Total	576,4	9.406,0	9.982,4

Fuente: Catastro Vitícola Nacional 2007. SAG.

A continuación se hace un análisis de las características de las variedades de mayor importancia a nivel país en la producción de pisco.



a. Moscatel Rosada

De origen y llegada a Chile desconocida, pero se supone que su entrada al país estuvo asociada a la llegada de los españoles en el periodo colonial. Es una variedad de racimos medianos y alargados, presenta bayas rosadas oscuras con pulpa dulce.

Esta variedad es la que presenta la mayor superficie plantada de este cultivo, ocupando un 25,72% del total, ubicándose casi el 100% de la superficie plantada en la Región de Coquimbo.



b. Pedro Jiménez

Se cree que su origen es América del Sur y que no tiene ninguna relación con la variedad Pedro Ximénez que se cultiva en España. Sus racimos son de tamaño medio a grande, con bayas de color amarillo verdoso, redondo, jugoso y dulces. Es una variedad rústica y vigorosa.

Esta variedad ocupa el segundo lugar en superficie plantada en Chile, equivalente al 24,71% del total, con una superficie en la Región de Coquimbo de 2.322 ha; en cambio en la Región de Atacama, la superficie no supera las 150 ha.



c. Moscatel de Austria

Esta variedad presenta racimos de tamaño mediano a grande, compactos, con bayas grandes, de color verde, tomando coloraciones tostadas en la madurez. Es una variedad precoz y vigorosa.

Esta variedad ocupa el tercer lugar en relación a la superficie plantada, con un 22,78% del total (SAG, 2007). El 6,54% de esta variedad se encuentra en la Región de Atacama y el 94,46% restante en la Región de Coquimbo.



d. Moscatel de Alejandría

Esta variedad es una de las más antiguas de *Vitis vinifera*, originaria del norte de África. Posee racimos grandes, poco compactos, de bayas amarillo-verdosas, con alto contenido aromático y de azúcar.

La variedad Moscatel de Alejandría es la cuarta variedad pisquera con más hectáreas plantadas en Chile, alcanzando según datos del SAG, (2007); el 17,94% del total plantado; de las cuales, el mayor porcentaje se concentra en la Región de Coquimbo.

1. Huella hídrica referencial

Para el cálculo de la huella hídrica referencial, se tomó como base, los rendimientos y fertilización de vid pisquera obtenidos en los distintos valles analizados y considerando una zonificación que está relacionada con la ubicación altitudinal del cultivo (zona baja, zona media y zona alta). Esto condiciona los niveles productivos de las diferentes variedades.

Los rendimientos y la fertilización potencial fueron informados por personal asociado al rubro y expertos en el tema; lo cual se presenta en las Tablas 6 a 10.

Tabla 6. Rendimiento y Fertilización potencial en el valle de Copiapó por variedad.

Zona	Variedad	Rendimiento potencial (Kg/ha)			Fertilización Nitrogenada potencial (UN/ha)		
		Informantes		Promedio	Informantes		Promedio
		Capel	INIA		Capel	INIA	
Alta	Moscatel Rosada	30.000	20.000	25.000	95	75	85
	Pedro Jiménez	45.000	25.000	35.000	120	60	90
	Moscatel de Alejandría	-----	20.000	20.000	-----	75	75
	Moscatel de Austria	45.000	30.000	37.500	120	100	110
	Mixto	40.000	25.000	32.500	120	70	95
Media	Moscatel Rosada	-----	25.000	25.000	-----	60	60
	Pedro Jiménez	45.000	30.000	37.500	120	90	105
	Moscatel de Alejandría	-----	25.000	25.000	-----	70	70
	Moscatel de Austria	45.000	35.000	40.000	120	120	120
	Mixto	-----	30.000	30.000	-----	100	100
Baja	Moscatel Rosada	33.000	30.000	31.500	90	90	90
	Pedro Jiménez	55.000	35.000	45.000	140	90	115
	Moscatel de Alejandría	-----	35.000	35.000	-----	100	100
	Moscatel de Austria	45.000	35.000	40.000	120	100	110
	Mixto	45.000	30.000	37.500	120	100	110

CAPEL: Cooperativa Agrícola y Pisquera del valle de Elqui; CCP: Cooperativa Control Pisquero; INIA: Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Tabla 7. Rendimiento y Fertilización potencial en el valle de Huasco por variedad

Zona	Variedad	Rendimiento potencial (Kg/ha)				Fertilización Nitrogenada potencial (UN/ha)			
		Informantes			Promedio	Informantes			Promedio
		Capel	CCP	INIA		Capel	CCP	INIA	
Alta	Moscatel Rosada	25.000	12.000	20.000	19.000	95	75	75	82
	Pedro Jiménez	40.000	15.000	30.000	28.333	120	80	60	87
	Moscatel de Alejandría	22.000	10.000	20.000	17.333	-----	80	75	78
	Moscatel de Austria	40.000	13.000	30.000	27.667	120	80	100	100
	Mixto	-----	-----	25.000	25.000	120	-----	70	95
Media	Moscatel Rosada	30.000	12.000	25.000	22.333	-----	90	60	75
	Pedro Jiménez	40.000	15.000	30.000	28.333	120	90	90	100
	Moscatel de Alejandría	45.000	10.000	25.000	26.667	-----	90	70	80
	Moscatel de Austria	45.000	15.000	35.000	31.667	120	90	120	110
	Mixto	-----	-----	30.000	30.000	-----	-----	100	100
Baja	Moscatel Rosada	-----	10.000	30.000	20.000	90	110	90	97
	Pedro Jiménez	45.000	18.000	35.000	32.667	140	95	90	108
	Moscatel de Alejandría	40.000	10.000	35.000	28.333		95	100	98
	Moscatel de Austria	45.000	8.000	35.000	29.333	120	95	100	105
	Mixto	-----	30.000	30.000	30.000	120	100	100	107

Tabla 8. Rendimiento y Fertilización potencial en el valle de Elqui por variedad

Zona	Variedad	Rendimiento potencial (Kg/ha)			Fertilización Nitrogenada potencial (UN/ha)		
		Informantes		Promedio	Informantes		Promedio
		Capel	INIA		Capel	INIA	
Alta	Moscatel Rosada	15.000	20.000	17.500	60	75	68
	Pedro Jiménez	25.000	25.000	25.000	100	65	83
	Moscatel de Alejandría	20.000	20.000	20.000	80	80	80
	Moscatel de Austria	25.000	30.000	27.500	100	90	95
	Mixto	20.000	25.000	22.500	80	70	75
Media	Moscatel Rosada	20.000	25.000	22.500	80	60	70
	Pedro Jiménez	40.000	30.000	35.000	160	90	125
	Moscatel de Alejandría	35.000	25.000	30.000	140	70	105
	Moscatel de Austria	35.000	35.000	35.000	140	100	120
	Mixto	30.000	30.000	30.000	160	100	130
Baja	Moscatel Rosada	25.000	30.000	27.500	100	90	95
	Pedro Jiménez	50.000	40.000	45.000	200	120	160
	Moscatel de Alejandría	40.000	45.000	42.500	160	140	150
	Moscatel de Austria	40.000	40.000	40.000	160	130	145
	Mixto	40.000	30.000	35.000	160	100	130

Tabla 9. Rendimiento y Fertilización potencial en el valle de Limarí por variedad

Zona	Variedad	Rendimiento potencial (Kg/ha)				Fertilización Nitrogenada potencial (UN/ha)			
		Informantes			Promedio	Informantes			Promedio
		Capel	CCP	INIA		Capel	CCP	INIA	
Alta	Moscotel Rosada	15.000	15.000	25.000	18.333	40	75	60	58
	Pedro Jiménez	30.000	19.000	30.000	26.333	60	80	90	77
	Moscotel de Alejandría	20.000	30.000	20.000	23.333	60	80	80	73
	Moscotel de Austria	30.000	20.000	30.000	26.667	50	80	90	73
	Mixto	-----	-----	25.000	25.000	-----	-----	70	70
Media	Moscotel Rosada	20.000	25.000	25.000	23.333	50	90	60	67
	Pedro Jiménez	35.000	33.000	30.000	32.667	90	90	90	90
	Moscotel de Alejandría	30.000	25.000	30.000	28.333	90	90	90	90
	Moscotel de Austria	25.000	25.000	35.000	28.333	80	90	100	90
	Mixto	-----	-----	30.000	30.000	-----	-----	100	100
Baja	Moscotel Rosada	30.000	28.000	30.000	29.333	90	110-120	90	90
	Pedro Jiménez	45.000	43.000	40.000	42.667	120	95-100	120	120
	Moscotel de Alejandría	40.000	25.000	50.000	38.333	120	95-100	160	140
	Moscotel de Austria	30.000	25.000	40.000	31.667	100	95-100	130	115
	Mixto	-----	30.000	30.000	30.000	-----	-----	100	100

Tabla 10. Rendimiento y Fertilización potencial en el valle de Choapa por variedad

Zona	Variedad	Rendimiento potencial (Kg/ha)				Fertilización Nitrogenada potencial (UN/ha)			
		Informantes			Promedio	Informantes			Promedio
		Capel	CCP	INIA		Capel	CCP	INIA	
Alta	Moscotel Rosada	15.000	15.000	25.000	18.333	71	75	60	69
	Pedro Jiménez	30.000	19.000	30.000	26.333	97	80	90	85
	Moscotel de Alejandría	20.000	30.000	20.000	23.333	-----	80	70	75
	Moscotel de Austria	30.000	20.000	30.000	26.667	81	80	100	87
	Mixto	-----	-----	25.000	25.000	-----	-----	100	100
Media	Moscotel Rosada	20.000	25.000	25.000	23.333	81	90	90	87
	Pedro Jiménez	35.000	33.000	30.000	32.667	113	90	90	90
	Moscotel de Alejandría	30.000	25.000	30.000	28.333	58	90	90	90
	Moscotel de Austria	25.000	25.000	35.000	28.333	113	90	100	95
	Mixto	-----	-----	30.000	30.000	-----	-----	100	100
Baja	Moscotel Rosada	30.000	28.000	30.000	29.333	81	120	130	110
	Pedro Jiménez	45.000	43.000	40.000	42.667	129	100	120	110
	Moscotel de Alejandría	40.000	25.000	50.000	38.333	48	100	140	120
	Moscotel de Austria	30.000	25.000	40.000	31.667	113	100	130	115
	Mixto	-----	30.000	30.000	30.000	-----	100	100	100

Con respecto a las variables agroclimáticas utilizadas en el cálculo de la Huella Hídrica, se utilizaron los datos asociados a los distritos agroclimáticos publicados por CIREN (1989). Dichos valores fueron comparados con aquellos registrados en estaciones meteorológicas presentes en la zona de estudio, como se presenta a continuación.

1.1. Validación de variables de la huella hídrica

1.1.1. Evapotranspiración de referencia

En la Tabla 11, se presenta un análisis de la evapotranspiración de referencia en los distintos valles en los cuales se cultiva la Uva Pisquera, en dicho análisis se comparan los datos utilizados en el cálculo de la huella hídrica que corresponden a los de los distritos agroclimatológicos y los registrados por estaciones meteorológicas automáticas presentes en dichos distritos.

Tabla 11. Evapotranspiración de referencia registrada por EMAS y su comparación con los distritos agroclimáticos.

Valle	Fuente	Estación	ETo Anual Estación mm	ETo Anual Distrito Estación mm	Variación	% de Variación
Copiapó	Agroclima	Tranque Lautaro	2.717,9	1619,2	1098,7	68%
	Agroclima	Los Loros	3.171,7	1619,2	1552,5	96%
Huasco	Agroclima	Alto del Carmen	2291,4	1613,9	677,5	42%
	CEAZA	Chigüinto	1776,0	1613,9	162,1	10%
	CEAZA	San Félix	1505,2	1619,2	-114,0	-7%
	CEAZA	La Huerta	1389,4	1553,2	-163,8	-11%
	Agroclima	Vallenar	1290,3	1362,9	-72,6	-5%
Elqui	CEAZA	Pisco Elqui	872,8	1567,9	-695,0	-44%
	Agroclima	Paihuano	2507,2	1567,3	939,9	60%
	Agroclima	Vicuña	1843,0	1476,6	366,4	25%
	CEAZA	Vicuña	1234,9	1476,6	-241,7	-16%
	CEAZA	Gabriela	797,2	1326,4	-529,2	-40%
Limarí	Agroclima	El Palqui	1526,0	1631,8	-105,9	-6%
	Agroclima	Carachilla	1721,8	1484,4	237,4	16%
	Agroclima	Recoleta	1625,9	1425,9	200,0	14%
	Agroclima	San Julián	1607,2	1325,8	281,4	21%
Choapa	Agroclima	Illapel	1522,0	1297,0	225,0	17%
	Agroclima	Salamanca	1718,7	1297,0	421,7	33%

Al realizar una comparación de los datos de Evapotranspiración de referencia (ETo), entre los utilizados en los distritos agroclimáticos y los valores de las estaciones meteorológicas automáticas (EMAS), se aprecia que existen notorias diferencias, que en algunos casos superan el 60%; llegando incluso a valores cercanos al 100%, como es el caso de la estación que pertenece a la red de Agroclima y se encuentra ubicada en la localidad de Los Loros, en la cuenca del río Copiapó. En la Figura 7, se presenta una gráfica de las diferencias existentes en dicha estación de forma acumulada, y en la Figura 8, se presentan las diferencias de forma mensual.

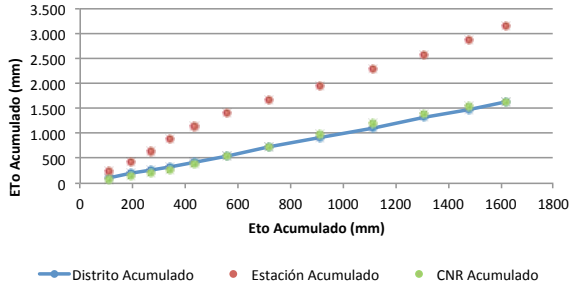


Figura 7: Gráfico de ETo acumulado en la estación Los Loros, Región de Atacama, Valle del Copiapó. Fuente: Agroclima

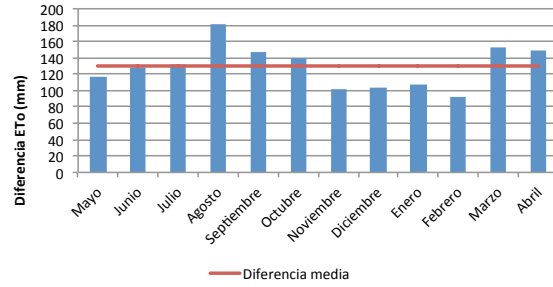


Figura 8: Gráfico de Diferencias mensuales (ETo) en estación Los Loros, Región de Atacama, Valle del Copiapó. Fuente: Agroclima.

Como se mencionó anteriormente, los datos registrados por la estación meteorológica difieren en un alto rango en relación a los utilizados para el cálculo de la huella hídrica, obteniéndose un total anual de ETo superior a los 3.000mm en dicha estación; muy superiores a los 1.700 mm anuales que se registran en el distrito y base de cálculo de la huella hídrica.

Contrario a esto, el sector en el cual las diferencias existentes son las menores, es en la estación que se encuentra en Vallenar, dichas diferencias no superan el 5%, lo que equivale a 72,6 mm. Cabe señalar que dichas diferencias son negativas, es decir los valores entregados por la estación son inferiores a los del distrito agroclimático en el que se encuentra. En la Figura 9 se aprecia de mejor forma dichas diferencias.

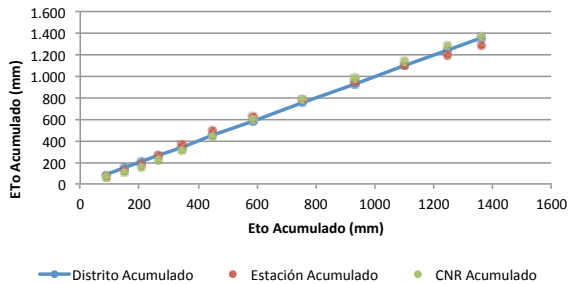


Figura 9: Gráfico de ETo acumulado en la estación Vallenar, Región de Atacama, Valle del Huasco. Fuente: Agroclima.

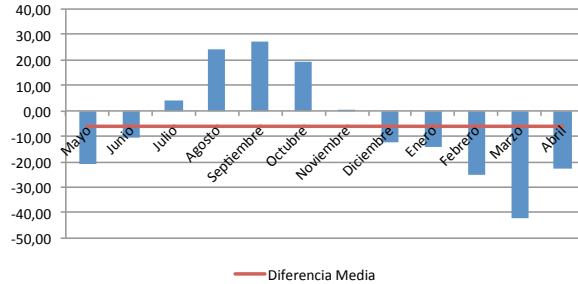


Figura 10: Gráfico de Diferencias mensuales en estación Vallenar, Región de Atacama, Valle del Huasco. Fuente: Agroclima

Las diferencias existentes a escala mensual, se pueden apreciar en la Figura 10. En la mayoría de los meses, donde se observa que los datos utilizados en el estudio son mayores a los registrados en la estación; sin embargo, como se mencionó anteriormente, la diferencia acumulada no supera los 73mm. Los meses en los cuales se hacen más evidentes dichas diferencias positivas son agosto y septiembre; donde los datos registrados de la estación son superiores en 25mm al de distrito y el mes con la mayor diferencia negativa es marzo con - 43mm; es decir el dato de ETo del mes obtenido del distrito agroclimático es mayor al registrado en la estación.

1.1.2. Precipitaciones

En la Tabla 12, se muestran las precipitaciones registradas por las estaciones meteorológicas, así como las de los distritos agroclimáticos en los que se encuentran.

Tabla 12. Precipitación registrada por EMAS y su comparación con los distritos agroclimáticos

Valle	Fuente	Estación	PP Anual de la Estación (mm)	PP Anual del Distrito de la Estación (mm)	Variación	% de Variación
Copiapó	Agroclima	Tranque Lautaro	47,8	51,3	-3,5	-6,8%
	Agroclima	Los Loros	36,8	47,8	-11,0	-23,0%
	Agroclima	Alto del Carmen	34,8	65,1	-30,3	-46,5%
Huasco	CEAZA	Chigüinto	43,7	65,1	-21,5	-32,9%
	CEAZA	San Félix	43,3	65,1	-21,8	-33,5%
	CEAZA	La Huerta	41,9	29,9	12,0	40,0%
	Agroclima	Vallendar	41,1	40,1	1,0	2,4%
Elqui	CEAZA	Pisco Elqui	42,1	39,3	2,9	7,4%
	Agroclima	Paihuano	52,2	39,1	13,2	33,7%
	Agroclima	Vicuña	85,6	101,8	-16,2	-15,9%
	CEAZA	Vicuña	78,9	101,8	-22,9	-22,4%
Limarí	CEAZA	Gabriela	100,5	90,7	9,9	10,9%
	Agroclima	El Palqui	176,3	178,2	-1,9	-1,1%
	Agroclima	Carachilla	162,3	171,0	-8,7	-5,1%
Choapa	Agroclima	San Julián	113,4	90,5	22,9	25,3%
	Agroclima	Illapel	128,3	216,6	-88,3	-40,8%
	Agroclima	Salamanca	137,0	216,6	-79,6	-36,7%

En el caso de las precipitaciones, la estación que menos diferencia presenta en comparación a los distritos, es aquella que se encuentra en la localidad de El Palqui, con un valor de -1,9mm, lo que equivale a un -1%. En la Figura 11, se observan dichas diferencias.

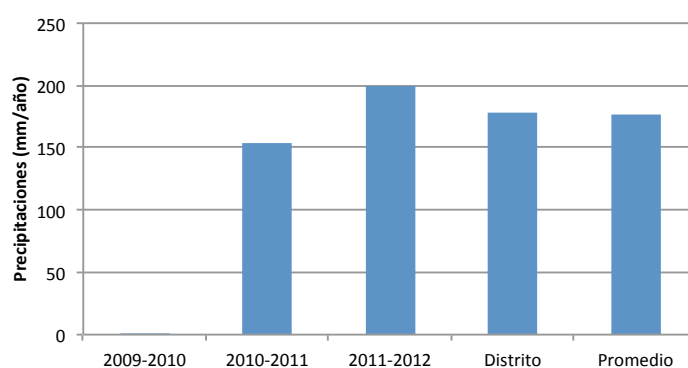


Figura 11: Precipitación anual en Estación El Palqui, periodo 2009 a 2012. Fuente: Agroclima.

En esta Estación, a pesar de disponer de datos en la temporada 2009-2010, éstos no fueron considerados ya que el registro anual está incompleto, disponiéndose solamente de datos en los meses de enero a abril del año 2010, período en el cual las precipitaciones son casi nulas.

El promedio de las temporadas analizadas, superan los 170mm, valor muy similar al que se encuentra registrado en el distrito agroclimático donde se ubica dicha estación.

Por otra parte, la estación que presenta las mayores diferencias con respecto al distrito en el que se

encuentra es la Estación ubicada en la localidad de Alto del Carmen, con una diferencia de -30,3mm equivalente a -46,5%; lo cual se puede visualizar en la Figura 12.

En la estación de Alto del Carmen, se puede apreciar que en la temporada 2009-2010, las precipitaciones estuvieron por debajo de los 10mm, sin embargo en las 2 temporadas siguientes, dichas precipitaciones estuvieron cercanas a los 50mm, no obstante dichas precipitaciones solo representan un 72% de las precipitaciones que se señalan para ese sector en los distritos agroclimáticos.

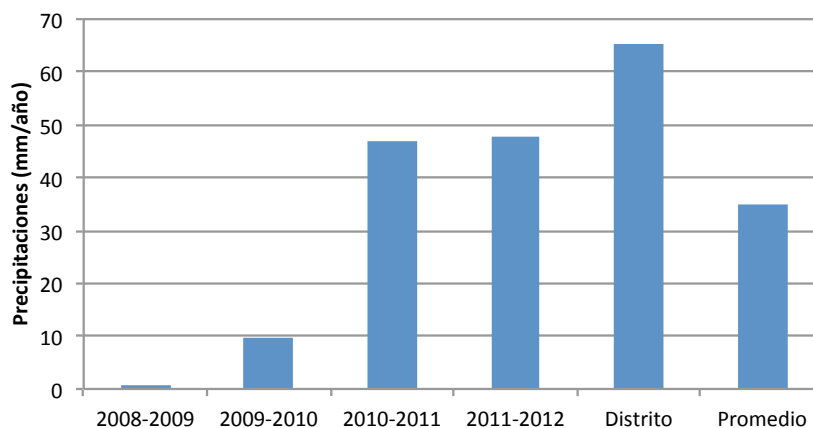


Figura 12: Precipitación anual en Estación Alto del Carmen, periodo 2008 a 2012. Fuente: Agroclima.

1.1.3. Pérdida de Nitrógeno en el suelo

Para el análisis de la pérdida de nitrógeno, se instalaron 2 ensayos en sectores con diferentes tipos de suelo, uno del tipo arcilloso (La Chimba) y otro franco-arenoso (Sotaquí). En ambos sectores, se instaló un batería de 4 lisímetros de succión a diferentes profundidades (30, 50, 70 y 90cm), los cuales a su vez, se instalaron en 4 sectores al azar dentro de la zona de estudio, contando con un total de 16 tubos por localidad. La toma de muestras se realizó de 12 a 24 horas después del riego, cuando el suelo se encontrara a capacidad de campo. Para la extracción de dicha muestra, se aplicó un vacío equivalente de 70-80 centibares en los lisímetros de succión recuperándose de esta forma la solución suelo. Posterior a esto, se enviaron al laboratorio para su análisis, procediéndose a su refrigeración si el tiempo transcurrido entre la toma de muestra y él envió a análisis superaba las 24hr.

El muestreo en los ensayos se realizó cada vez que el agricultor regó y culminó con el último riego de la temporada. A su vez se realizaron análisis del agua de riego una vez al mes, para tener dicho valor como referencia.

Los resultados de los ensayos (Figuras 13 y 14), permitieron evidenciar, que a pesar de que existían concentraciones de nitrógeno bajo la zona de raíces, las cuales no eran aprovechado por las plantas; dichas concentraciones, fueron inferiores al umbral que exige la norma chilena para agua de riego (10mg/L) También se puede apreciar que en el caso de Sotaquí (Figura 14), las concentraciones de nitrógeno en profundidad en todas las fechas analizadas, fueron menores en profundidad que en superficie.

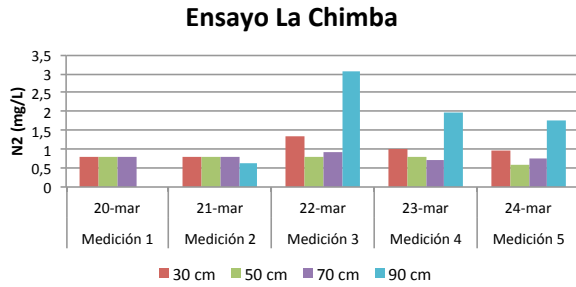


Figura 13: Lixiviación de nitrógeno en Sector la Chimba

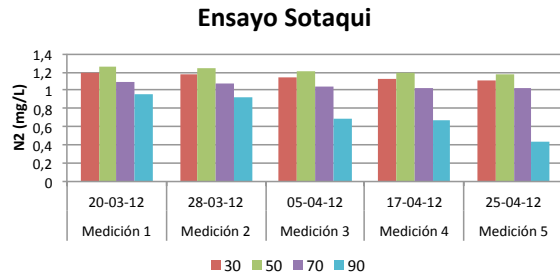


Figura 14: Lixiviación de nitrógeno en Sector Sotaqui

1.2. Resultados de huella hídrica referencial

En la Tabla 13, se presentan los valores estimados de huella hídrica de referencia para las regiones de Atacama y Coquimbo, cuenca hidrográfica, divididos por variedad, y zonificación climática; todo ello siguiendo el protocolo de cálculo explicado en el capítulo 3.

La huella hídrica referencial presenta los valores más altos en la Región de Atacama, específicamente en la cuenca del río Huasco. Esto se debe principalmente a que el potencial productivo de la vid en este sector es inferior a las otras zonas en las cuales se desarrolla, también a las condiciones agroclimáticas presentes en esta cuenca, especialmente; en la zona alta con temperaturas y evapotranspiraciones altas. Por otra parte, en la cuenca del Limarí, los potenciales productivos de la uva pisquera son más altos que las otras cuencas en estudio; esto, junto con las condiciones climáticas favorables en la zona baja, permiten obtener los valores más bajos de huella hídrica referencial.

Con respecto a la huella hídrica referencial azul, esta presenta un comportamiento similar a la huella total, debido a los antecedentes antes mencionados, presentando los mayores valores en la zona alta del Huasco, y los inferiores en las zonas bajas en los valle del Elqui y Limarí.

Referente a la huella hídrica referencial verde, los valores más altos de dicha huella, se presentan en la Región de Coquimbo, asociado a que existen mayores precipitaciones que en la Región de Atacama. Valores altos de esta huella, permiten disminuir los valores de huella hídrica azul.

Tabla 13: Huella Hídrica referencial en Uva Pisquera para las principales regiones productoras. (L/kg)

Cuenca	Variedad	Zona alta				Zona media				Zona baja			
		Azul	Verde	Gris	Total	Azul	Verde	Gris	Total	Azul	Verde	Gris	Total
Copiapó	Moscatel Rosada	361,3	31,3	34,0	426,6	364,9	12,3	34,0	411,2	298,9	5,9	28,6	333,4
	Pedro Jiménez	264,6	22,3	28,0	314,9	276,8	8,9	25,7	311,4	214,3	4,1	25,7	244,1
	Moscatel de Austria	246,2	20,8	29,3	296,3	263,3	8,5	30,0	301,8	236,6	4,6	29,0	270,2
	Moscatel de Alejandría	444,2	39,1	37,5	520,8	438,8	15,0	28,6	482,4	269,8	5,3	28,0	303,1
Huasco	Moscatel Rosada	483,7	36,8	33,6	554,1	476,9	17,4	43,2	537,5	441,3	11,4	48,5	501,2
	Pedro Jiménez	328,1	24,7	30,6	383,4	343,2	12,1	35,3	390,6	280,7	7,0	33,2	320,8
	Moscatel de Austria	330,1	25,3	36,0	391,4	334,9	12,0	35,8	382,7	311,1	7,8	34,7	353,6
	Moscatel de Alejandría	518,5	40,4	45,0	603,9	496,8	18,3	30,0	545,1	321,8	8,1	34,6	364,5
Elqui	Moscatel Rosada	321,8	36,3	38,8	396,9	393,1	26,3	34,5	453,9	302,0	21,9	34,5	358,4
	Pedro Jiménez	359,9	39,9	33,2	433,0	277,1	18,4	35,6	331,1	183,9	13,4	35,7	233,0
	Moscatel de Austria	224,7	25,0	34,5	284,2	265,5	17,7	34,5	317,7	206,6	15,1	36,0	257,7
	Moscatel de Alejandría	206,0	6,7	40,0	252,7	272,6	5,9	40,0	318,5	195,4	7,5	35,0	237,9
Limarí	Moscatel Rosada	492,1	54,5	31,7	578,3	461,7	46,0	28,7	536,4	270,7	27,9	30,7	329,3
	Pedro Jiménez	345,6	37,9	29,2	412,7	327,9	32,4	27,5	387,8	179,5	17,6	28,1	225,2
	Moscatel de Austria	342,9	37,4	27,3	407,6	343,0	34,5	31,8	409,3	224,9	22,8	36,3	284,0
	Moscatel de Alejandría	387,8	42,8	31,3	461,9	368,7	37,0	31,8	437,5	178,3	17,7	36,5	232,5
Choapa	Moscatel Rosada	387,3	42,6	37,5	467,4	283,0	44,5	37,5	365,0	297,6	42,6	37,5	377,7
	Pedro Jiménez	277,3	30,4	36,0	343,7	199,6	31,3	36,0	266,9	277,3	30,4	36,0	343,7
	Moscatel de Austria	322,6	35,1	33,5	391,2	246,5	38,5	36,5	321,5	276,5	35,1	36,5	348,1
	Moscatel de Alejandría	320,1	35,1	36,0	391,2	231,2	35,6	31,8	298,6	233,0	35,1	31,8	299,9

En el valle del río Copiapó, los valores más altos de huella hídrica en las 3 zonas productivas del valle del Copiapó (Figura 15), se obtiene en variedades del tipo Moscatel (Alejandría y Rosada). Por otra parte, Moscatel de Austria y Pedro Jiménez presentan los valores más bajos de este indicador. Lo anterior es explicable por los niveles de rendimiento de las variedades señaladas.

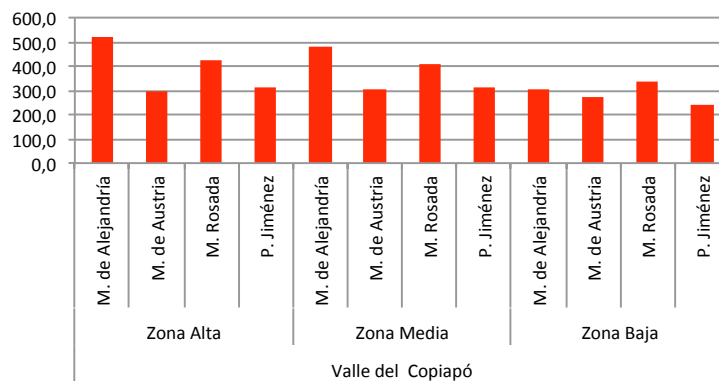


Figura 15. Huella hídrica referencial en uva pisquera por variedad y zona productiva en el valle del Copiapó.

Al igual que en el valle del Copiapó, en el valle del Huasco, los valores más altos de huella hídrica en las 3

zonas (Figura 16) se presentan en las variedades Moscatel de Alejandría y Moscatel de Rosada, llegando a valores cercanos a 600 L/kg. En tanto Moscatel de Austria y Pedro Jiménez, con valores similares entre sí, presentan las cifras más bajas en este indicador.

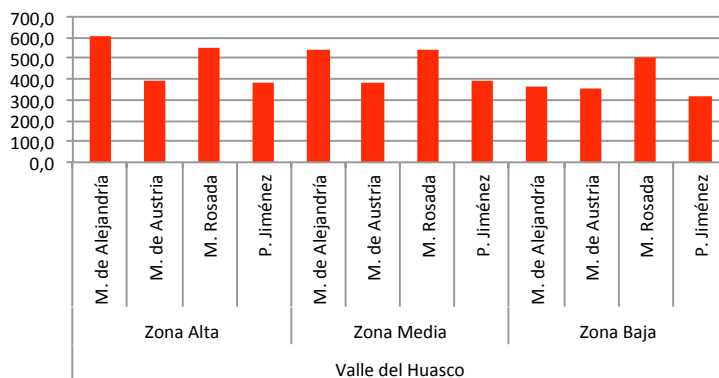


Figura 16. Huella hídrica referencial en uva pisquera por variedad y zona productiva en el valle del Huasco.

En el valle del Elqui (Figura 17), el valor más alto de Huella Hídrica se obtiene en la zona media en la variedad Moscatel Rosada. Los valores menores de este indicador se obtienen en la zona baja del valle en la variedad Pedro Jiménez, producto de los mayores rendimientos potenciales.

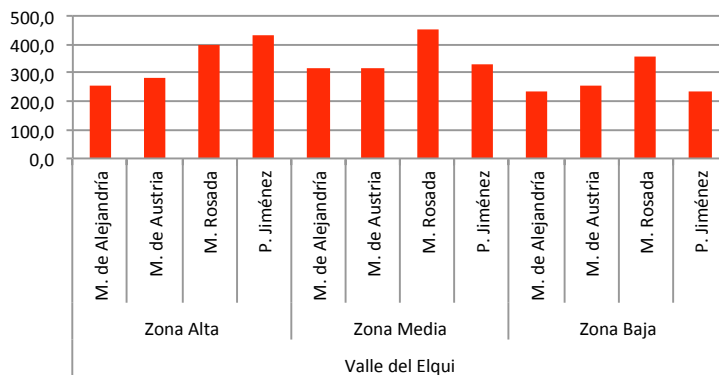


Figura 17. Huella hídrica referencial en uva pisquera por variedad y zona productiva en el valle del Elqui.

En el valle del Limarí, la uva pisquera presenta valores mayores de huella hídrica en la zona alta del valle y los menores en la zona baja (Figura 18). Al comparar las variedades, es Moscatel Rosada la que presenta los valores más altos de este indicador en las tres zonas analizadas. Los valores más bajos de este indicador los presenta la variedad Pedro Jiménez en las 3 zonas.

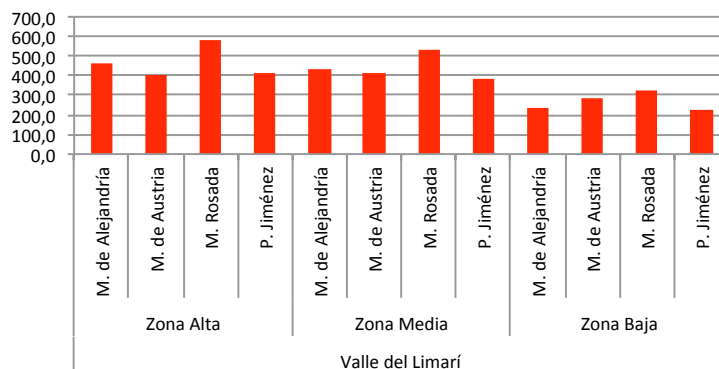


Figura 18. Huella hídrica referencial en uva pisquera por variedad y zona productiva en el valle del Limarí.

Al igual que en el valle del Limarí, en el valle del río Choapa, los valores más altos de huella hídrica en uva pisquera los presenta la variedad Moscatel Rosada en las 3 zonas (Figura 19). La zona media y baja presentan valores similares de huella hídrica.

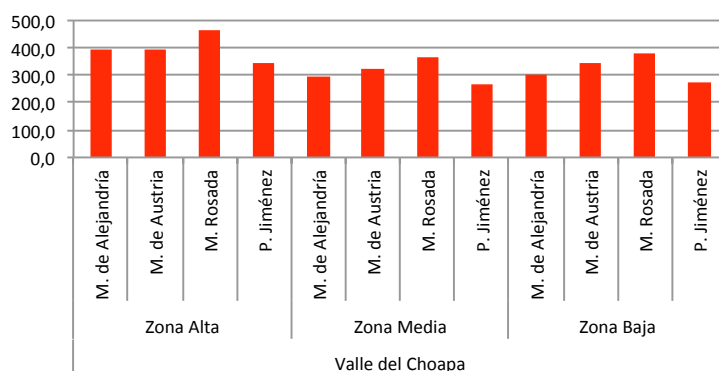


Figura 19. Huella hídrica referencial en uva pisquera por variedad y zona productiva en el valle del Choapa.

2. Huella hídrica real

Con respecto a la huella hídrica real, se analizaron los datos para cada uno de las variedades por separado y en ambas regiones; además de comparar dichos resultados con los obtenidos en el cálculo de la huella hídrica de referencia.

2.1. Uva pisquera variedad Moscatel Rosada

A pesar de ser la variedad que posee la mayor superficie plantada en el país de uva pisquera, su presencia en la Región de Atacama es minoritaria, lo que conlleva a no contar con datos de productores que cultiven dicha variedad.

En la Región de Coquimbo, se aprecia que tanto el componente azul (Figura 20a) y verde (Figura 20b) de la huella hídrica, presenta valores inferiores a los referenciales, asociado a una baja aplicación de agua vía riego y rendimientos mayores a los potenciales del rubro; además de presentar precipitaciones inferiores a las que se entregan en los distritos agroclimáticos, lo que conlleva a una menor huella verde. Por otra parte, el componente gris presenta valores más altos que los referenciales, lo que está asociado a un uso muy alto de fertilizantes nitrogenados. Todo lo anterior se evidencia en la suma de los 3 componentes, los cuales son muy similares a los referenciales.

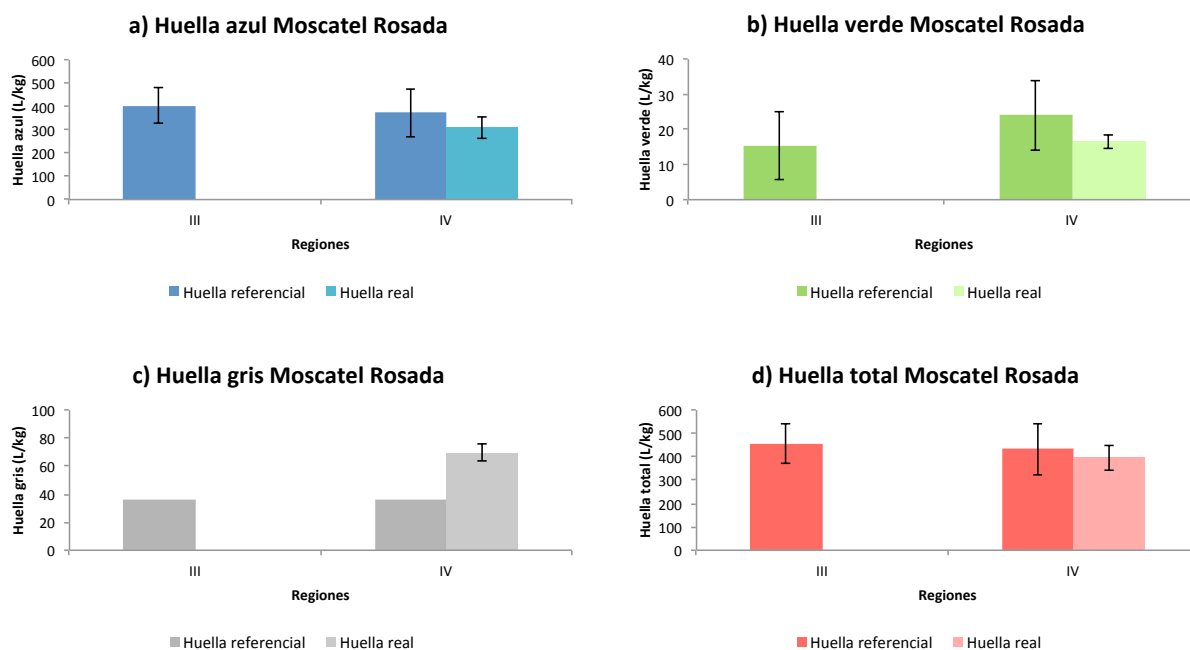
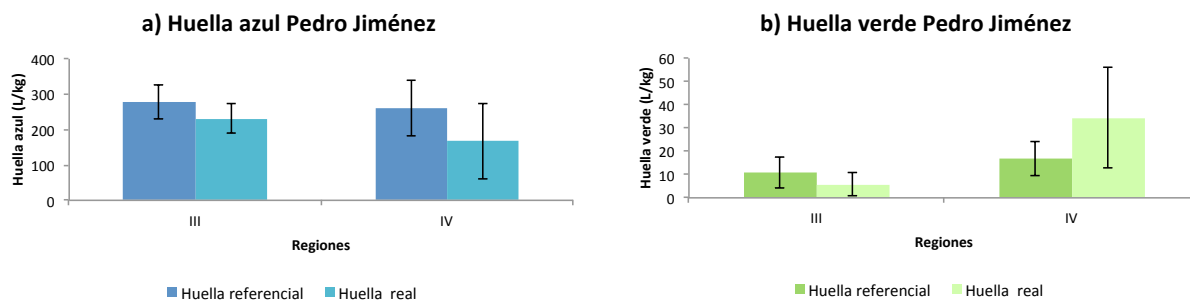


Figura 20. Comparación de huella hídrica real y referencial promedio en Moscatel Rosada en las regiones de Atacama y Coquimbo. a) Huella hídrica azul, b) Huella hídrica verde, c) Huella hídrica gris y d) huella hídrica total.

2.2. Uva pisquera variedad Pedro Jiménez.

Esta variedad es la más productiva de las variedades pisqueras, lo que permite obtener valores de huella hídrica menores a las otras variedades. Por otra parte, si se analizan y comparan las huellas hídricas real y de referencia (Figuras 21a, b c y d), se evidencia, que la huella hídrica real es inferior a la referencial en su valor total y en su componente azul. En el caso del componente verde, éste es mayor al de referencia en la Región de Coquimbo. Lo anterior se debe a que los datos de las precipitaciones utilizados en el cálculo de la huella hídrica referencial son inferiores a los utilizados en la huella hídrica real. Por otra parte, el componente gris es mayor en la huella real solo en la Región de Atacama, lo cual se debe a un uso más alto de fertilizantes.



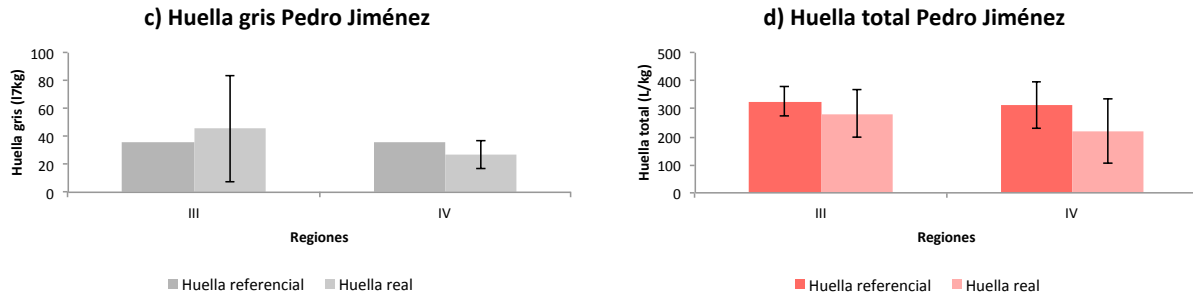


Figura 21. Comparación de huella hídrica real y referencial en Pedro Jiménez en las regiones de Atacama y Coquimbo. a) Huella hídrica azul, b) Huella hídrica verde, c) Huella hídrica gris y d) Huella hídrica total.

2.3. Uva pisquera variedad Moscatel de Austria.

Esta variedad presenta un comportamiento diferente en cuanto a huella hídrica se trata, comparada con las variedades anteriores, esto se refiere a que en la Región de Atacama las huellas hídricas reales, son inferiores a las estimadas de forma referencial (Figuras 22a, b, c y d). Esto estaría asociado a los volúmenes de agua aplicado vía riego, los cuales son inferiores a las demandas del cultivo. Otro punto importante es la fertilización nitrogenada, que según los datos analizados, las cantidades aplicadas por los agricultores, son inferiores a lo aconsejado por los profesionales de este rubro; de esta manera el valor de huella hídrica real es inferior al referencial.

En el caso de la Región de Coquimbo la huella hídrica real presenta valores mayores a los potenciales. Esto estaría asociado principalmente a los rendimientos reales informados, los cuales fueron inferiores a los potenciales, lo que incidiría directamente en la obtención de una huella hídrica mayor.

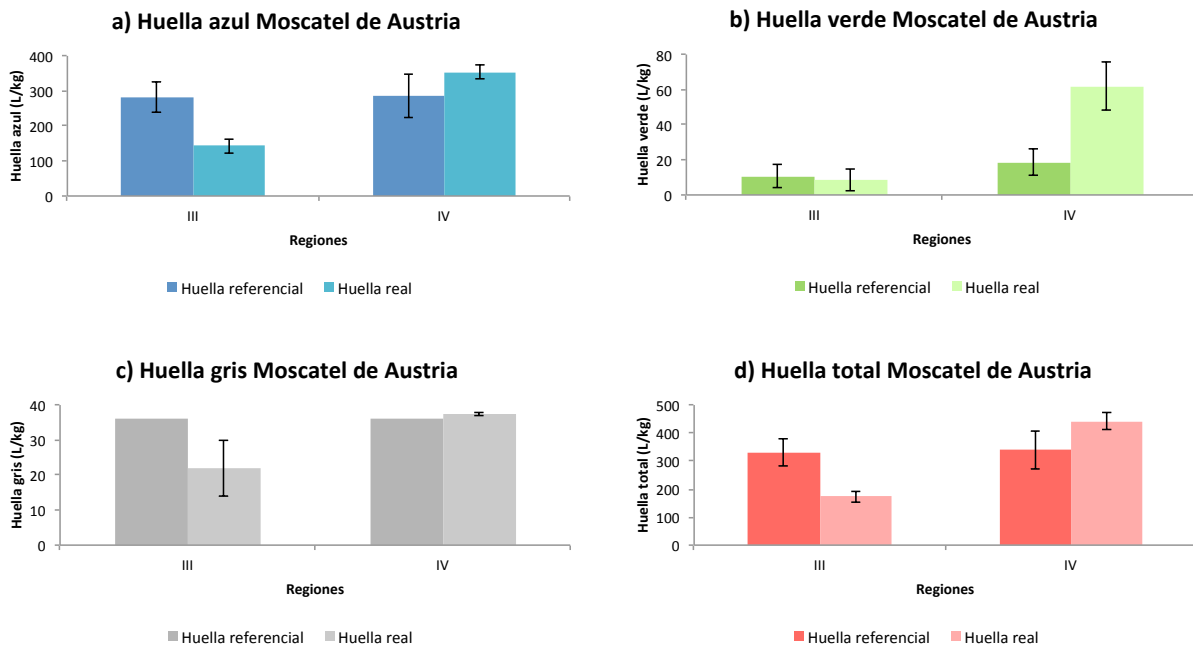


Figura 22. Comparación de huella hídrica real y referencial en Moscatel de Austria en las regiones de Atacama y Coquimbo. a) Huella hídrica azul, b) Huella hídrica verde, c) Huella hídrica gris y d) huella hídrica total.

2.4. Uva pisquera variedad Moscatel de Alejandría

Esta variedad presenta un bajo potencial productivo, lo que genera valores de huella hídrica mayores a las otras variedades pero inferiores a Moscatel Rosada. Sin embargo, si se comparan los valores de huella hídrica real con los de referencia (Figuras 23a, b, c y d), estos últimos son mayores en casi todos sus componentes en ambas regiones. La única excepción es lo que ocurre en la Región de Atacama con el componente gris (Figura 23c), lo cual se asocia a una menor aplicación de fertilizantes por parte de los agricultores.

Por lo detallado anteriormente, la huella hídrica real total, es decir la suma de los componentes azul, verde y gris, es menor a los valores potenciales, lo cual se puede apreciar en la Figura 23d

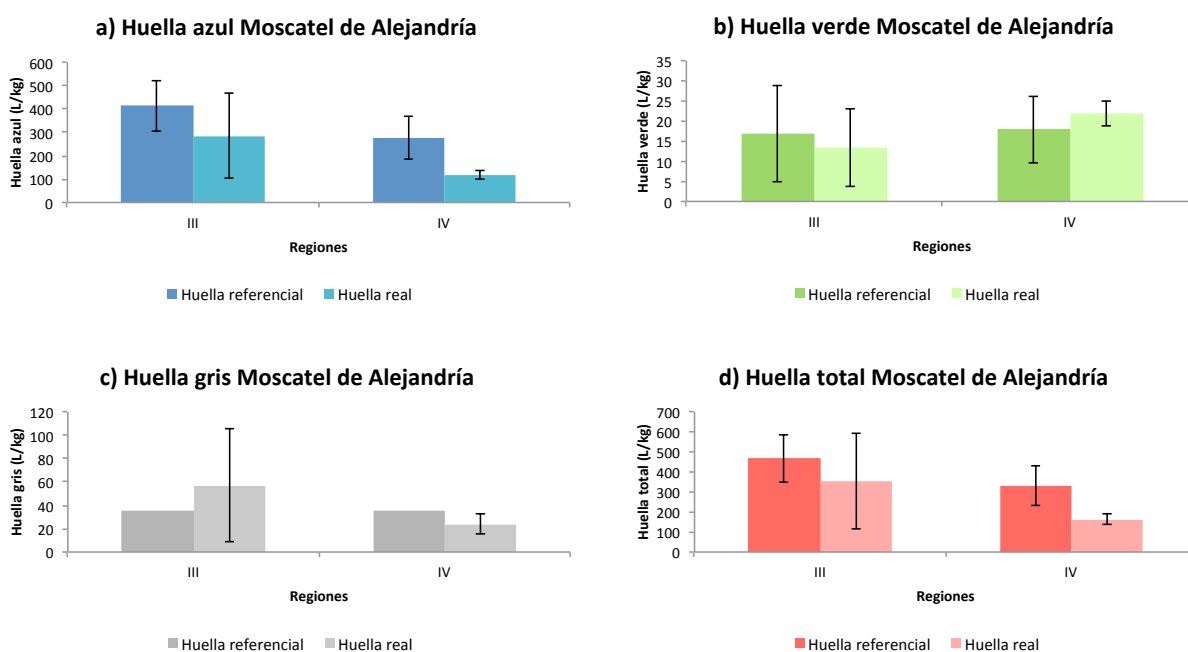


Figura 23. Comparación de huella hídrica real y referencial en Moscatel de Alejandría en las regiones de Atacama y Coquimbo. a) Huella hídrica azul, b) Huella hídrica verde, c) Huella hídrica gris y d) Huella hídrica total.

3. Conclusiones

De los resultados obtenidos, se pueden inferir las siguientes conclusiones.

Las principales variables que definen la huella hídrica de las diferentes variedades de uva pisquera en ambas regiones son: la ubicación geográfica que determina la ET del cultivo, las precipitaciones, los rendimientos y el manejo de fertilización.

Los resultados indicaron que la huella hídrica referencial puede llegar a valores de 603 L/kg en variedades de bajo potencial productivo como las Moscateles (Rosada y Alejandría) y de 225,2 L/kg en variedades de altos rendimientos como lo es la variedad Pedro Jiménez.

Los resultados de huella hídrica real, reflejaron una gran variabilidad, no solamente por efecto de las condiciones climáticas y varietales, sino que fundamentalmente por aspectos de manejo y que difirieron significativamente, con los valores de HH potencial o de referencia. A pesar de ello, los valores de huella hídrica real fueron inferiores a los potenciales en la gran mayoría de los casos analizados, debido

fundamentalmente a una menor aplicación de agua que la demandada según los coeficientes de cultivos pre-establecidos.

Al comparar las regiones en las cuales se cultiva la uva pisquera para la industria del pisco, los valores de huella hídrica referencial y real, son mayores en Atacama que en Coquimbo. Por otra parte si se efectúa una comparación entre los valles productores, es el valle de Huasco quien presenta los valores más altos de este indicador; esto debido a las condiciones climáticas (mayor evapotranspiración y bajas precipitaciones) presentes en la zona, lo que también influye en el rendimiento del cultivo.

Las estrategias para mejorar la huella hídrica, deben orientarse a un uso más eficiente tanto del recurso hídrico, como de la aplicación de fertilizantes así como de un aumento de los rendimientos, producto de un mejor manejo de los factores productivos.

Agradecimientos.

Los autores agradecen a los productores encuestados de Uva pisquera de los Valles del Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa, por su disposición a responder la encuesta aplicada y a los profesionales de las Cooperativas Control Pisquero y CAPEL por su valioso apoyo.