

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

5.1. Estadística Descriptiva

En este apartado se presenta la estadística descriptiva obtenida a través de la muestra que se adquirió de la base de datos SISEVUR 3.0 para el año 2002. El tamaño de la muestra fue de 369 observaciones. Del total de unidades productivas, se observó que el porcentaje para los que no cambiaron de sistema de riego fue de 78.6% y de 21.4% para aquellos que si lo hicieron. De los agricultores que cultivaron más de una vez fue de 12.5% y 87.5% para quienes solo tuvieron primeros cultivos. La tabla de la participación relativa de las gerencias regionales se encuentra en el apéndice, al igual que la estadística descriptiva de cada una de las variables continuas.

Tabla 5.1. Promedio de las variables de acuerdo a cambio en la tecnología de riego

Variable	No cambió	Cambió	Promedio muestral
Tarifa eléctrica	0.39521	0.38651	0.39334
Precio del agua	0.28863	0.21267	0.27232
Volumen concesionado	479.6199	811.6516	550.7053
Superficie cultivada	38.54355	49.34873	40.85686
Costos totales	375.3261	659.2825	436.1189
Valor de la producción	888.3431	1115.707	937.02
Requerimiento ponderado neto	206.0079	291.1146	224.2285
Volumen total extraído	346.158	473.0566	373.3998

Fuente: Elaboración propia

Nota: el precio del agua observado se obtuvo del calculo de Costos totales de energía/ Volumen total extraído (\$/m3)

Como se puede observar las unidades que cambiaron de sistema de riego, en promedio presentan mayor superficie cultivada, costos totales, valor de la producción, requerimiento

ponderado neto y volumen total extraído, que todos aquellos que no cambiaron. Estos resultados se esperaban de acuerdo con la teoría. También se observa que la diferencia promedio de la tarifa eléctrica es no significativa, pero para el precio del agua si se observa un promedio mayor y significativo, para todos aquellos que no cambiaron¹. Algo sorprendente es el volumen concesionado, ya que se esperaba que aquellos que tuvieron una mayor restricción de agua, adoptaran una mejor tecnología. Sin embargo más adelante se probará si verdaderamente existe una relación significativa del volumen concesionado y el sistema de riego adoptado.

Tabla 5.2. Rotación de cultivo y adopción de tecnología

Rotación	No cambió	Cambió	Total
No rotó	68.56	18.97	87.47
Si rotó	10.02	2.43	12.45
Total	78.58	21.4	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5.2. se observa que la mayoría de los que cambiaron de sistema de riego tuvieron solamente primeros cultivos (18.97% con respecto al 2.43%).

Tabla 5.3. Gerencia regional y adopción de tecnología

Gerencia Regional	No cambió	Cambió	Probabilidad de cambiar	Min	Max
Balsas	9.66	8.97	0.19	0.04	0.75
Cuencas Centrales del Norte	1.03	6.41	0.61	0.26	0.79
Golfo Centro	0.69	1.28	0.33	0.31	0.34
Golfo Norte	9.66	11.54	0.25	0.04	0.71
Lerma Santiago Pacífico	12.07	10.26	0.18	0.02	0.42
Noroeste	11.03	7.69	0.16	0.01	0.93
Pacífico Norte	5.86	14.10	0.39	0.24	0.95
Pacífico Sur	6.21	5.13	0.17	0.02	0.39
Península Baja California	13.10	21.79	0.31	0.07	0.57
Río Bravo	25.86	11.54	0.10	0.01	0.43
Valle de México	4.83	1.28	0.07	0.002	0.16
Total	100%	100%	0.21	0.002	0.95

Fuente: Elaboración propia

¹ Las significancia estadística de la diferencia de las medias se probó con Stata 8. La variable de precio de agua es significativa hasta el 5%.

Se observa que la mayoría de los que adoptaron se encuentran en las gerencias regionales de la Península Baja California, Pacífico Norte, Río Bravo y Golfo Norte. Sin embargo la probabilidad de adopción más alta se encuentra en las gerencias de Cuencas Centrales del Norte, Pacífico Norte y Península Baja California². Esto es coherente con la disponibilidad de agua de las regiones. Las circunstancias que enfrentan estas gerencias según las variables de interés, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.4. Valores promedios de las variables de interés por gerencia regional

Gerencia Regional	Tarifa_e	Precio agua	Vol_con	Superf_c	Costos	Valp	Reqr	Vte
Balsas	0.339	0.1327	1207.657	53.85	721.37	1469.67	358.25	623.82
Cuencas Centrales del Norte	0.337	0.4382	231.922	35	317.12	646.60	122.55	240.18
Golfo Centro	0.375	0.1173	200.1	23.33	263.66	879	121.93	308.52
Golfo Norte	0.420	0.2271	1676.414	50.54	560.65	2026.01	308.61	545.4
Lerma Santiago Pacífico	0.354	0.2330	331.091	42.56	544.70	1006.41	205.31	278.76
Noroeste	0.354	0.1957	558.522	53.39	809.15	1043.59	286.15	526.74
Pacífico Norte	0.433	0.4120	405.532	46	234.27	429.47	153.91	297.74
Pacífico Sur	0.406	0.1474	170.876	30.59	261.78	609.38	121.40	259.33
Península Baja California	0.416	0.2264	274.880	33.49	322.05	666.78	233.79	327.42
Río Bravo	0.424	0.3928	246.175	26.28	191.07	263.72	133.86	251.60
Valle de México	0.346	0.3590	591.962	69.79	708.87	2859.31	417.69	490.74

Fuente: Elaboración propia

Tarifa_e= Tarifa eléctrica, Vol_con= volumen concesionado, Superf_c= superficie cultivada, Valp= valor de la producción, Reqr= requerimiento de riego ponderado y Vte= volumen total de extracción.

Nota: el precio del agua observado se obtuvo del calculo de Costos totales de energía/ Volumen total extraído (\$/m3)

De acuerdo con la tabla anterior, la gerencia Balsas cuenta con el segundo mayor volumen concesionado (ligeramente el doble del promedio general), requerimiento de riego ponderado y superficie cultivada. Además cuenta con el mayor volumen total extraído. La gerencia de Cuencas Centrales del Norte tiene el mayor precio de agua, lo cual es coherente

² La Gerencia del Golfo Centro no fue contada debido a que cuenta con una tamaño de muestra muy reducida.

con la disponibilidad del recurso, ya que se encuentra entre las tres últimas gerencias con disponibilidad de agua. El Golfo Norte cuenta con el mayor volumen concesionado, además de contar con la segunda mayor tarifa eléctrica, valor de producción y volumen total extraído. En la gerencia Noroeste cuenta con los segundos mayores costos totales. El Pacífico Norte cuenta con las tarifas eléctricas más altas y el segundo mayor precio del agua. Por último la gerencia del Valle de México cuenta con los mayores costos totales, valor de la producción, superficies cultivadas y requerimiento ponderado de riego, es decir es el lugar donde se encuentran los cultivos intensivos en agua a pesar de ser la región con mayor grado de presión sobre el recurso hidráulico.

5.2. Análisis de Regresiones

Los datos de las regresiones incluyen el coeficiente y el estadístico t que se presenta entre paréntesis. De ser significativa la variable, se indica con asteriscos en donde un asterisco representa significancia a 10%, dos a 5% y tres a 1%. Todas las regresiones tienen estadísticos robustos a la heteroscedasticidad.

Las dos primeras regresiones tienen como propósito mostrar el cambio en la probabilidad de adopción de tecnología de riego como respuesta cambios en el precio del agua, medido este con la tarifa eléctrica (columna 1 y 2). Las dos últimas regresiones (columnas 4 y 5) utilizan una proxy del precio del agua que es el costo total de energía/ volumen extraído, expresado en pesos por metro cúbico (ver la tabla 5.5). Observamos que la primera regresión las variables que afectan al cambio de tecnología de riego son, la tarifa eléctrica, el tipo de aprovechamiento y los costos totales. Si incrementamos en un centavo la tarifa

eléctrica, el cambio en la probabilidad de adopción disminuye en 50.4%, evaluado en los valores medios³. Una razón por la cual se explica este resultado, es porque al cambiar de sistema de riego de gravedad a aspersión, los costos esperados de energía aumentan por el incremento en el consumo de energía que se debe a la presurización del agua por el sistema de riego por aspersión.

Las unidades que cuentan con un tipo de aprovechamiento de planta de bombeo aumenta la probabilidad de adoptar sistema de riego presurizado en un 16.1% en su contraposición de pozo profundo, esto se debe a que las unidades que cuentan con una planta de bombeo suelen tener mayor superficie cultivada y compartir más sus costos con otros usuarios, así, el costo de la inversión se reduce por número de usuario y superficie cultivada.

Otra variable de significancia estadística, pero de bajo impacto económico son los costos totales. Un aumento de mil pesos en los costos totales de cultivo aumenta la probabilidad de adoptar una mejor tecnología en 0.01%. Esto implica que si hubiera una política que aumentara los costos de los insumos agrícolas, su impacto en el cambio de tecnología de riego sería muy reducido.

En cuanto a localización, en las gerencias regionales de Cuencas Centrales del Norte, Pacífico Norte y Península de Baja California aumenta la probabilidad de cambiar en un 47.4% para la primera, en 30.1% para la segunda y 20.4% en la última, con un nivel de -

³Por ejemplo una unidad de riego con una probabilidad estimada promedio de cambiar de tecnología de riego (0.21), el aumento de un centavo en la tarifa eléctrica reduciría cambiará la probabilidad de adoptar una mejor tecnología en 50.1% manteniendo el resto de los factores constantes, resultando en una probabilidad estimada de 0.105.

Tabla 5.5. Regresión de variables regionales

VARIABLES	Dprobit (1)	Dprobit (2)	Dprobit (3)	Dprobit (4)
Tarifa eléctrica	-0.504 * (1.72)	-0.481 (1.58)	-	-
Precio_agua	-	-	-0.233 ** (1.91)	-0.194 * (1.65)
Vol_con	-2.90e-07 (0.05)	-	-9.31e-08 (0.01)	-
Bajo_volcon	-	0.230 ** (2.24)	-	0.190 * (1.88)
Superficie_c	-0.0004 (0.56)	-	-0.0003 (0.51)	-
Grandes	-	-0.165 ** (2.27)	-	-0.163 *** (2.15)
Rotot	-0.064 (0.95)	-0.077 (1.23)	-0.055 (0.83)	-0.069 (1.11)
Tipo	0.161 * (1.83)	0.214 *** (2.43)	0.131 (1.52)	0.177 * (2.02)
Costos	0.0001 ** (3.01)	0.0001 *** (3.84)	0.0001 *** (3.13)	0.0001 *** (3.89)
Valp	-0.00002 (1.38)	-0.00002 (1.45)	-0.00002 (1.40)	-0.00002 (1.45)
Reqr	0.00004 (0.36)	-	0.00001 (0.15)	-
Bajo_reqr	-	-0.145 *** (2.42)	-	-0.145 *** (2.59)
R_balsas	0.0023 (0.02)	-0.004 (0.05)	-0.001 (0.02)	-0.0006 (0.01)
R_cuencascn	0.474 *** (2.49)	0.576 *** (2.94)	0.555 *** (2.83)	0.636 *** (3.12)
R_golfoc	0.291 (1.07)	0.300 (1.10)	0.233 (0.87)	0.242 (0.91)
R_golfon	0.083 (0.82)	0.058 (0.56)	0.050 (0.53)	0.028 (0.30)
R_lermasp	-	-	-	-
R_noroeste	-0.052 (0.59)	-0.067 (0.82)	-0.055 (0.64)	-0.070 (0.87)
R_pacificon	0.301 *** (2.48)	0.327 *** (2.64)	0.287 *** (2.46)	0.329 *** (2.66)
R_pacificos	0.055 (0.48)	0.080 (0.70)	0.017 (0.16)	0.045 (0.42)
R_peninbj	0.204 ** (2.12)	0.212 ** (2.21)	0.165 * (1.83)	0.169 ** (1.95)
R_riob	-0.047 (0.62)	-0.046 (0.63)	-0.042 (0.57)	-0.045 (0.62)
R_vallem	-0.137 (1.20)	-0.143 (1.34)	-0.133 (1.16)	-0.143 (1.35)
Observaciones	368	368	367	367
Wald chi ²	58.85	67	62.80	63.96
Pseudo R ²	0.119	0.153	0.125	0.157

Fuente: elaboración propia

significancia del 5%. Todas las regresiones se corrieron con respecto a Lerma Santiago Pacífico, ya que es la gerencia regional con mayor disponibilidad natural media de agua de la muestra.

Una explicación que se puede dar a este tipo de comportamiento es que tanto la gerencia de Cuencas Centrales del Norte como la de Península de Baja California, son de las regiones que cuentan con la menor disponibilidad de agua después del Valle de México. Lo que quiere decir que a menor disponibilidad de agua, mayor probabilidad de adoptar una tecnología de riego eficiente. En cuanto a la región de Pacífico Norte, la disponibilidad de agua, puede que no sea la razón principal por la que se explique el cambio en la adopción, ya que es la quinta con menor disponibilidad, pero el estado de Sinaloa, el cual es el más representativo de esta gerencia, es el segundo con la mayor producción agropecuaria a nivel nacional después de Jalisco.

En la segunda regresión de la tabla 5.5, se introdujeron las variables dicotómicas que tienen como objetivo buscar el umbral de las variables continuas donde éstas pueden ser significativas. Observamos que a niveles bajos de volumen concesionado (menores de 60 millares de m³), aumenta el cambio en la probabilidad en 23%. Esto quiere decir que algunas unidades productivas toman en cuenta en sus decisiones de sistema de riego la escasez relativa del agua. Sin embargo, algo irónico es, que con las superficies cultivadas más grandes (mayores de 100 hectáreas), disminuye la probabilidad de cambiar de tecnología de riego en 16 %.

También a niveles bajos de requerimiento ponderado de agua (menores de 50 mil m³), disminuye la probabilidad en 14.5%, esto es congruente con la teoría, ya que no existe la necesidad de ahorro de agua y por lo tanto de cambiar de sistema de riego. Otras observaciones son, que el subsidio a la energía deja de ser significativo al introducir las variables de umbral.

Las dos últimas regresiones sirven para comparar la tarifa eléctrica con una proxy del precio del agua que es el costo total de energía/ volumen extraído, expresado en pesos por metro cúbico. Como podemos ver en la tabla 5.5, la variable de interés resulta significativa y con el mismo signo que la del costo de energía, por lo que el aumento de 0.01 pesos por millar del metro cúbico, disminuye la probabilidad del cambio en 23.3%; es decir, el cambio es mucho menor que con la variable subsidio de energía.

Los coeficientes de las variables significativas no son muy distintos de las regresiones anteriores, se parecen tanto en magnitud como en signo y significancia, en las variables de tipo de aprovechamiento, costos totales y gerencia regional. Esta similitud de resultados se mantiene también al comparar las regresiones 2 y 4 de esta tabla 5.5.

Como se observa en los resultados anteriores, se obtuvo un signo negativo para la variable de tarifa eléctrica y precio del agua, que de acuerdo a la teoría no se esperaba. Sin embargo en la estadística descriptiva, la gerencia regional de Pacífico Norte muestra en promedio la tarifa más alta de energía y la región Península de Baja California, la cuarta más alta. En el caso de precio del agua, Cuencas Centrales del Norte presenta el precio más alto, y Pacífico Norte el segundo. Esto quiere decir que existen otros factores además de la disponibilidad

de agua que influyen en el cambio de tecnología en estas regiones. Para probarlo, se hizo un modelo similar al cual se le introdujo las interacciones de las gerencias regionales con el precio del agua y la tarifa eléctrica, con la finalidad de comprobar la hipótesis de que a mayor precio del agua o de la energía mayor probabilidad de adoptar una tecnología de riego más eficiente.

Los resultados con la tarifa eléctrica se encuentran en la tabla 5.6 y para el precio del agua en la tabla 5.7. En la primera regresión de la tabla 5.6 observamos que las variables que son significativas en la tabla 5.5 (regresión 1), lo siguen siendo a pesar de que tienen el término de interacción con la tarifa de electricidad. Esto quiere decir, una disminución de un centavo en el subsidio del costo de energía eléctrica, aumentará la probabilidad de cambiar de tecnología de riego en 113.4% en la gerencia regional de Cuencas Centrales del Norte⁴. En la región de Pacífico Norte el cambio será de 56.7% y en la Península de Baja California de 40.5%. Al introducir las variables dicotómicas, observamos que siguen siendo significativas como en la regresión 2 de la tabla 5.5.

Los resultados que se encuentran en la tabla 5.7 son algo sorprendentes. En la regresión 1, el valor de la producción se vuelve significativa pero con muy bajo impacto. Las gerencias regionales del Balsas, Pacífico Sur y Valle de México, pasan a ser significativas, pero con signo negativo, es decir cambios en el precio del agua de un centavo, disminuirá el cambio en la probabilidad de adoptar una mejor tecnología en esas gerencias, con un coeficiente del 107.9%, 143.4% y 208%, respectivamente. Esto es coherente para las dos primeras

⁴ Al correr la regresión con el subsidio a la tarifa eléctrica se probó que los resultados no cambian y que la variable subsidio se interpreta como la tarifa eléctrica pero con signo contrario, para ver con más detalle, ver el apéndice C.2, otras especificaciones del modelo.

gerencias, ya que dada la muestra, estas regiones son las que cuentan con mayor disponibilidad media de agua, pero no para el Valle de México, que es la gerencia regional con la menor disponibilidad media de agua de todo el país y los costos eléctricos no sirven como incentivo para provocar un cambio tecnológico que haga más eficiente el insumo agua.

Por último la Península de Baja California deja de ser significativa en las dos regresiones. Esto quiere decir que, de acuerdo a esta tabla, los cambios de adopción de tecnología de riego en esta región se deben principalmente a la disponibilidad de agua y no a sus costos.

En la segunda regresión de esta tabla (5.7), se introduce la región del Noroeste. Esta región es la cuarta gerencia regional con menor disponibilidad de agua y los pequeños incrementos en el precio del agua disminuyen la probabilidad de cambiar de sistema de riego en 61%, lo cual quiere decir que el precio del agua no tiene un efecto positivo en el cambio tecnológico, a pesar de la carencia del recurso natural.

Tabla 5.6. Interacciones del costo unitario de energía con las gerencias regionales

Variables	Dprobit (1)	Dprobit (2)
Tarifa eléctrica	-0.633 * (1.67)	-0.586 (1.51)
Vol_con	-5.17e-07 (0.08)	-
Bajo_volcon	-	0.232 ** (2.29)
Superficie_c	-0.0003 (0.50)	-
Grandes	-	-0.160 ** (2.24)
Rotot	-0.044 (0.66)	-0.059 (0.93)
Tipo	0.172 ** (1.92)	0.225 *** (2.51)
Costos	0.00012 *** (3.03)	0.00012 *** (3.88)
Valp	-0.00002 (1.48)	-0.00002 * (1.68)
Reqr	0.00003 (0.29)	-
Bajo_reqr	-	-0.157 *** (2.85)
Tarifaer_balsas	-0.083 (0.32)	-0.076 (0.30)
Tarifaer_cuencascn	1.134 *** (3.10)	1.334 *** (3.74)
Tarifaer_golfoc	0.411 (0.78)	0.402 (0.78)
Tarifaer_golfon	0.185 (0.77)	0.113 (0.47)
Tarifaer_lermasp	-	-
Tarifaer_noroeste	-0.183 (0.68)	-0.244 (0.92)
Tarifaer_pacificon	0.567 *** (2.35)	0.619 *** (2.63)
Tarifaer_pacificos	-0.0013 (0.00)	0.061 0.23
Tarifaer_peninbj	0.405 * (1.85)	0.404 ** (1.89)
Tarifaer_riob	-0.156 (0.73)	-0.152 (0.72)
Tarifaer_vallem	-0.620 (1.39)	-0.687 (1.55)
Observaciones	368	368
Wald chi ²	64.21	71.11
Pseudo R ²	0.132	0.155

Tabla 5.7. Interacciones del precio del agua con las gerencias Regionales

Variables	Dprobit (1)	Dprobit (2)
Precio_agua	-0.438 * (1.75)	-0.397 * (1.87)
Vol_con	-9.34e-07 (0.19)	-
Bajo_volcon	-	0.209 *** (2.47)
Superficie_c	-0.0002 (0.44)	-
Grandes	-	-0.106 *** (2.36)
Rotot	-0.031 (0.63)	-0.043 (0.86)
Tipo	0.113 (1.57)	0.128 ** (1.86)
Costos	0.0001 *** (3.60)	0.0001 *** (4.47)
Valp	-0.00002 * (1.73)	-0.00002 ** (1.93)
Reqr	-0.00004 (0.49)	-
Bajo_reqr	-	-0.101 *** (2.46)
Pr_balsas	-1.079 *** (2.37)	-1.036 *** (2.54)
Pr_cuencascn	0.711 *** (2.51)	0.800 *** (3.08)
Pr_golfoc	-0.358 (0.34)	-0.285 (0.29)
Pr_golfon	0.114 (0.38)	0.004 (0.02)
Pr_lermasp	-	-
Pr_noroeste	-0.547 (1.41)	-0.610 * (1.69)
Pr_pacificon	0.431 * (1.72)	0.405 ** (1.90)
Pr_pacificos	-1.434 *** (2.66)	-1.225 ** (2.32)
Pr_peninbj	0.350 (1.33)	0.303 (1.32)
Pr_riob	-0.237 (0.93)	-0.230 (1.03)
Pr_vallem	-2.080 ** (1.83)	-2.219 ** (2.02)
Observaciones	367	367
Wald chi ²	72.78	82.28
Pseudo R ²	0.175	0.198