

**“Análisis de los Factores de Producción en Espárrago en la
Pampa de Villacurí (Ica, Perú)”**

Por Victor E. Cabrera

CONTENIDO

- I. INTRODUCCION
- II. RESUMEN
- III. REVISION DE LITERATURA
 - 3.1. Importancia y Situación del Espárrago en el Perú
 - 3.2. Los Factores de Producción en el Cultivo de Espárrago (con énfasis en el Perú)
 - 3.3. Estudios Anteriores
 - 3.3.1. En el Cultivo de Espárrago
 - 3.3.2. En la Función de Producción
 - 3.4. Teoría de la Función de Producción
- IV. MATERIALES Y METODOS
 - 4.1. MATERIALES
 - 4.1.1. Lugar del experimento
 - 4.1.2. De Las encuestas
 - 4.1.3. Estudios básicos anteriores
 - 4.2. METODOS
 - 4.2.1. Recolección de la Información
 - 4.2.2. El diagnóstico
 - 4.2.3. La Función de Producción
- V. RESULTADOS Y DISCUSION
 - 5.1. EL DIAGNOSTICO
 - 5.2. LA FUNCION DE PRODUCCION
- VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- VII. BIBLIOGRAFIA
- VIII. ANEXOS

INTRODUCCION

La presente investigación reúne las siguientes características:

- Se estudia un cultivo de mucha potencialidad en la Costa del Perú: El Espárrago.
- Se trabaja a nivel de toda una zona productora en la que se evidencian buenos resultados con el cultivo: La Pampa de Villacurí.
- Se toma información y datos concretos y verídicos provenientes de fundos que producen espárragos en forma comercial.
- Se analiza el mayor número posible de variables (factores productivos), tanto a nivel de zona productora como de cada observación en particular.

En efecto:

El cultivo de espárrago es y se hace cada vez más importante en nuestro país. Grandes ventajas comparativas lo guían así: buena adaptación al clima y suelos de Costa, producción en cualquier época del año, alta demanda de mano de obra, versatilidad en su manejo, altos rendimientos, mercado asegurado como producto de exportación y sobretodo buena rentabilidad.

Por otro lado, la Pampa de Villacurí es una zona eriaza de la Costa central en la que se cultivan espárragos desde hace seis años, tiempo en el que se ha comprobado que esta actividad es realmente prometedora.

Es, entonces, especialmente relevante indagar acerca de cuál o cuáles son los factores productivos de mayor o mejor incidencia que determinan el rendimiento y la calidad, de tal suerte que se de luz a la hipótesis general planteada: la producción se explica por la suma individual de cada uno de los factores interventores en el proceso; es más, el conocimiento de cada relación particular permitirá inferir en la toma de decisiones.

De allí que los objetivos perseguidos y logrados fueron:

- Presentar una metodología ordenada de análisis y discusión cualitativa y agronómica de cada uno de los factores

productivos en el cultivo de espárrago, en la Pampa de Villacurí y en cada observación particular, contenida en un diagnóstico.

- Encontrar una ecuación matemática donde se exprese el rendimiento en función a sus principales factores influyentes; a decir, la función de producción.

II.

RESUMEN

INVESTIGACION: "Análisis de los factores de producción en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* var *altilis*) en la Pampa de Villacurí (Ica)".

AUTOR: CABRERA YAÑEZ, Víctor Elías

La investigación está hecha en base a la información disponible y en dos niveles de discusión: el de diagnóstico y el de función de producción.

Se recogió información pertinente de los factores productivos (agua, suelo, clima, tecnología e insumos), y de los rendimientos.

Para tal efecto se visitó y encuestó 24 fundos esparragueros de la Pampa de Villacurí (532,20 ha: más del 96% del área esparraguera), y a manera de comparación 3 fundos en el Valle de Ica; y se revisó estudios y registros especiales para el estudio.

El diagnóstico es un análisis cualitativo agronómico de cada uno de los factores más relevantes: disponibilidad y costo del agua, calidad del agua, salinidad del suelo, sodicidad del suelo, temperaturas, humedad relativa, vientos, variedad, tipo de espárrago cosechado, densidad de transplante, riegos y agoste, abonamientos, fertilizaciones, sanidad, jornales, maquinaria y duración de la campaña productiva.

Entre los principales resultados encontrados, se pueden mencionar:

- El cultivo es exigente en humedad; responde bien a altos volúmenes de agua regados (10000 m³ para riego por goteo y mayor a 20000 m³ en riego por gravedad, por campaña), siendo el principal limitante, en tal sentido, el alto costo de bombeo del agua.

- Las condiciones ecológicas de clima y suelos son más ventajosos para la producción de turiones blancos; y hay un gran costo de ineficiencia por parte de muchos productores por el hecho de sembrar a distanciamientos y profundidades para verde, y luego cosechar en blanco. En tal sentido, lo más recomendable será transplantes a distanciamientos moderados que permita cosechas alternativas de ambos tipos de espárrago. Por ejemplo a 1,80 x 0,3 m, duplicándola para riego tecnificado.

- Existen evidencias de afecciones al cultivo por parte de la excesiva salinidad y/o sodificación de algunos suelos. Siendo la mejor medida de contraarrestar tal situación la incorporación de enmiendas orgánicas.

- Los vientos a lo largo del año, son fuertes y hay evidencias de limitación al cultivo tanto en crecimiento vegetativo como en la cosecha, determinando resecamiento del follaje y por lo tanto alta tasa de evaporación y mayor incidencia de la plaga "arañita" (*Tetranychus* sp.), y/o menor calidad de turiones en la cosecha; siendo necesaria la instalación de cortinas rompevientos.

- Las variedades de espárrago encontradas en Villacurí son: 'Mary Washington', 'UC-72', 'UC-157F1', 'UC-157F2', 'Ida Lea', 'Cipres', 'Valprima' y 'Argentuil'. Entre estas la 'UC-157F1' es la más difundida, seguida de la 'UC-157F2'. Las diferencias entre estas dos variedades principales en cuanto a rendimientos no son evidentes, aunque existen evidencias de mayor calidad por parte de la 'UC-157F1'. En general, las variedades antiguas como la 'Mary Washington' y la 'UC-72' presentan problemas en la calidad de las cosechas y un rendimiento regular. La 'UC-157F1' y la 'UC-157F2' muestran buenos rendimientos. Y las otras variedades más recientemente introducidas se muestran prometedoras.

- Los principales sistemas de riego en el cultivo son el de gravedad y el de goteo. Y no existe evidencia para afirmar que uno sea mejor que el otro, aunque el ahorro de agua en el riego por goteo es considerable.

- El agoste de la plantación antes de la cosecha es una práctica común en la zona, pero muchos productores abusan de ésta por ser un período de descanso en los gastos. En tal aspecto se han encontrado muchas ineficiencias que de hecho afectan al cultivo. Aunque hay también productores que ya no realizan esta labor, indicando que las cosechas sin agoste son menos prolongadas y de mejor calidad, pero aún no existen evidencias consistentes: es pertinente investigar al respecto.

- No existen problemas sanitarios mayores. Las principales plagas son la "arañita roja" (*Tetranychus* sp.) y los "Trips" (*Thrips tabaci*); registrándose una nueva plaga en el cultivo: *Elasmopalpus lignosellus*, la cual, a pesar de no estar muy difundida, tiene gran severidad. Las enfermedades más registradas son las causadas por *Fusarium* sp. y *Cercospora asparagi*. En cuanto a malezas, se ha observado la diseminación de especies agresivas, no comunes en la zona, como Cyperaceas y Gramíneas en lotes donde se utiliza enmiendas orgánicas sin control sanitario.

- Es contundente que se verifican mayores rendimientos a mayor cantidad de enmienda orgánica incorporada. Niveles superiores a las 10 tm de materia orgánica seca por ha y por campaña son los ideales.

- También se verifica mayores rendimientos a mayores niveles de N-P-K (principalmente de nitrógeno), por ello es conveniente recomendar una dosis alta 230-130-115 para asegurar buenos resultados, aunque lo más pertinente es análisis específicos para cada situación.

- Contrariamente a lo que comúnmente se afirma, no es cierto que se hagan dos campañas productivas al año. El promedio de duración del período productivo (incluyendo la cosecha) en la Pampa de Villacurí es de 12 meses.

El diagnóstico incluye un análisis económico hecho en base a la información de costos y producción promedio de los productores de la Pampa de Villacurí, para 10 campañas productivas (= 10 años). En este análisis se encontró que:

- El costo de producción por campaña productiva en el cultivo de espárrago y en la Pampa de Villacurí es, en promedio, del orden de los US\$ 3074/ha.

- Existe rentabilidad a partir de la tercera campaña productiva, hasta la décima. Esta rentabilidad varía desde 30% en la tercera campaña, hasta 105% para la séptima o 17% en la décima.

- El Valor Agregado Neto (VAN) para una hectárea de espárragos durante las diez campañas es de US\$ 7459.

- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 38,39%.

La función de producción para el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí se determinó con los datos digeridos del diagnóstico y por la metodología de la Regresión Lineal Múltiple, y se representa por la siguiente ecuación:

$$EY = -8147,98 + 1265,44*MO + 3,32*VN + 64,53*EP - 1054,23*SOS + 10,47*N$$

donde:

EY: Es el rendimiento estimado por la ecuación.

MO: Es el código del nivel de materia orgánica seca aplicada por ha y por campaña.

Código	Nivel MO seca aplicada
1	1 - 5 tm
2	5 - 10 tm
3	10 - 20 tm
4	20 - 30 tm

VN: Es el volumen de agua aplicada en cada riego medida en m3.

EP: Es la edad de la plantación en meses.

SOS: Es el código del nivel de sodicidad del suelo.

Código	Porcentaje de Sodio Intercambiable
1	< 8 %
2	8,1 - 15 %
3	> 15 %

N: Es la cantidad de nitrógeno aplicado por ha y por campaña medida en Kg.

Los signos de los coeficientes indican que la MO, VN, EP y N tienen influencia directa positiva sobre el rendimiento; mientras que la SOS influencia de manera inversa o negativa sobre el rendimiento.

Los valores de los coeficientes indican cuantitativamente el nivel de influencia de cada factor intervector:

- Para un incremento en el nivel de la MO se verifica un incremento en 1265,44 Kg en el Rendimiento.
- Para cada m³ adicional de volumen de agua por riego se verifica un incremento de 3,32 Kg en el Rendimiento. Esta variable sugiere además que los riegos pesados son más ventajosos que los ligeros y frecuentes, y por lo tanto que el riego por gravedad tiene mejores efectos que el riego por goteo; lo cual, por cierto, necesita comprobación.
- Para cada mes de incremento en la edad de la plantación (EP) se verifica un incremento de 64,53 Kg en el Rendimiento.
- Para un incremento en el nivel de sodicidad del suelo se verifica una disminución de 1054,23 Kg. en el Rendimiento.
- Para cada Kg adicional de nitrógeno aplicado se verifica un incremento de 10,47 Kg en el Rendimiento.

III.

REVISION DE LITERATURA

3.1. IMPORTANCIA Y SITUACION DEL ESPARRAGO EN EL PERU

Muchos especialistas coinciden al afirmar que existe un alto potencial de producción de espárragos en el país. "El espárrago es actualmente el producto agroindustrial número uno en el Perú." REVISTA DEL AGRO (1992). Y "es el principal producto agrícola de exportación no tradicional." DELGADO DE LA FLOR (1992).

Perú es el cuarto país productor en el mundo, luego de Los Estados Unidos de Norteamérica, China y España. Poseemos poco menos del 10% del área sembrada y producimos el 18% por ciento del total. En 1991 exportamos un volumen de más de 52 mil tm de espárrago (en todas sus modalidades) que representó un ingreso de divisas para el país superior a los 37 millones de dólares. (Cuadro 3.1.)

En un balance de mercado a nivel mundial, la demanda supera ampliamente a la oferta, siendo este déficit estimado por DELGADO DE LA FLOR para el año 1996 en 182 000 tm, lo que manifiesta que la instalación de más de 30 ó 40000 ha en el mundo, para ese año, encontrarán cabida en el mercado internacional. Sin duda, el Perú es un claro postor en este incremento.

La superficie cosechada y la producción total de esta hortaliza en el Perú se incrementa rápidamente en los últimos años (Cuadro 3.2.). Es más, la superficie sembrada con espárragos se ha triplicado entre los años 1986 y 1992; habiendo en este último año 22000 ha.

Los rendimientos en promedio nacional son buenos, en comparación a los de otros países, del orden de los 5650 Kg/ha/cosecha, habiendo zonas marcadas con producción con claras diferencias entre ellas; así por ejemplo se han detectado rendimientos mayores a los 12000 Kg/Ha/cosecha (Virú y Villacurí), como también lugares donde no se superan los 3000 Kg/ha/cosecha. DELGADO DE LA FLOR (1992). Sin embargo, en el período analizado, no se constata un incremento en el nivel de rendimiento.

El Departamento de la Libertad es el que desde el principio mantiene su gran porcentaje de área productora, surgiendo

posteriormente otros centros importantes de producción: Piura, Ica y Lima (Cuadro 3.3.). Ica, dentro de estos, es quién proyecta convertirse en ventajoso núcleo esparraguero, especialmente por los buenos resultados que allí, últimamente, se están obteniendo. (Cuadro 3.4.)

Lo anteriormente señalado nos da una imagen del potencial que todavía podemos aprovechar con respecto a este cultivo. No obstante, debemos superar problemas de rendimientos y calidades, muy relacionados a la conducción del cultivo: necesitamos mayor eficiencia si queremos garantizar nuestra persistencia en el tiempo y en el espacio donde enfrentamos a países muy competitivos.

**CUADRO 3.1.: VOLUMEN Y VALOR DE LAS EXPORTACIONES
DE ESPARRAGO**

AÑO	TIPO EXPORTACION	VALOR FOB \$	VOLUMEN Kg
1985		6 611 187	
	En Fresco	559 737	
	Congelado	61 284	
	Conserva	5 990 166	
1986		9 397 839	
	En Fresco	180 944	
	Congelado	764 251	
	Conserva	8 452 644	
1987		16 103 899	11 875 050
	En Fresco	346 989	137 597
	Congelado	2 314 388	1 118 156
	Conserva	13 442 522	10 619 297
1988		23 175 087	14 533 156
	En Fresco	174 371	17 922
	Congelado	4 570 025	1 943 931
	Conserva	18 430 691	12 571 303
1989		24 820 382	16 733 475
	En Fresco	619 840	320 463
	Congelado	6 210 351	2 300 344
	Conserva(*)	119 511	89 210
	Conserva	17 870 680	14 023 458
1990		28 398 657	23 800 787
	En Fresco	859 051	561 961
	Congelado	3 706 283	2 065 398
	Conserva(*)	3 074 710	2 695 283
	Conserva	20 758 603	18 478 145
1991		37 156 882	52 679 818
	En Fresco	859 051	561 961
	Congelado	4 319 876	2 528 049
	Conserva(*)	4 571 436	9 727 389
	Conserva	27 339 846	39 862 419

(*) conserva sin salmuera.

FUENTE: OFICINA DE DOCUMENTACION Y ESTADISTICA. ASOCIACION DE EXPORTADORES (ADEX) DE

CUADRO 3.2.: SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCION TOTAL Y RENDIMIENTOS DE ESPARRAGO EN EL PERU

AÑO	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	PRODUCCION TOTAL (tm)	RENDIMIENTO (Kg/ha)
1966	1 155	5 313	4 406
1967	1 180	5 635	4 775
1968	955	4 084	4 276
1969	940	3 930	4 181
1970	820	4 836	5 895
1971	570	2 446	4 291
1972	555	3 133	5 645
1973	410	2 634	6 424
1974	430	2 723	6 333
1975	460	2 715	5 902
1976	465	2 745	5 903
1977	693	4 171	6 019
1978	976	5 466	5 600
1979	1 363	7 079	5 194
1980	1 492	4 426	2 968
1981	2 351	7 575	3 222
1982	2 361	8 292	3 512
1983	2 443	6 943	2 842
1984	2 497	11 393	4 563
1985	3 108	16 150	5 195
1986	4 119	16 796	4 078
1987	4 802	20 344	4 237
1988	5 938	26 646	4 487
1989	8 256	41 904	5 076
1990	8 556	57 996	6 778
1991	11 462	65 668	5 729

FUENTE: OFICINA DE INFORMACION AGRARIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA

**CUADRO 3.3.: SUPERFICIE COSECHADA DE ESPARRAGOS
POR DEPARTAMENTOS (ha)**

AÑO	LA LI- BERTAD	ANCASH	LIMA	ICA	PIURA	LAMBA- YEQUE
1966	825	10	120	240		
1967	830	10	120	220		
1968	600	10	135	210		
1969	640	5	50	245		
1970	540		10	270		
1971	400		10	160		
1972	520		5	30		
1973	400		5	5		
1974	420		5	5		
1975	445		15			
1976	450		15			
1977	650		13	30		
1978	784	150	7	35		
1979	980	350	3	30		
1980	752	730	4	26		
1981	958	1 360	3	30		
1982	1 056	1 270	6	30		
1983	1 234	1 200	4	5		
1984	1 239	1 250	3	5		
1985	2 495	600	3	10		
1986	3 568	500	61			
1987	4 172	480	60	90		
1988	5 328	169	53	388		
1989	6 480	295	218	383	800	80
1990	6 550	350	264	424	1 093	316
1991	7 293	182	934	1 059	1 117	365

FUENTE: OFICINA DE INFORMACION AGRARIA. MINISTERIO AGRICULTURA

CUADRO 3.4.: RENDIMIENTOS DE ESPARRAGO EN LA LIBERTAD E ICA (Kg/ha)

A Ñ O	LA LIBERTAD	I C A
1966	5350	1542
1967	5210	2300
1968	5500	1200
1969	5300	1502
1970	5900	6000
1971	5000	2500
1972	5800	3400
1973	6500	3800
1974	6400	4000
1975	6000	--
1976	6000	--
1977	6200	3500
1978	6500	3500
1979	6500	3500
1980	4109	3615
1981	5500	4000
1982	5679	4000
1983	4045	3600
1984	7557	4000
1985	5588	4000
1986	4031	--
1987	4431	1157
1988	4701	2879
1989	4250	7556
1990	5985	8844

FUENTE: OFICINA DE INFORMACION AGRARIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA

3.2. LOS FACTORES DE PRODUCCION EN EL CULTIVO DE ESPARRAGO

3.2.1. EL AGUA

a) LA CALIDAD DEL AGUA

Conviene tener presente en todo programa de iniciación, la calidad del agua a emplearse, ya que la salinidad es perjudicial para el cultivo. La aparición de quemaduras en los brotes tiernos suele ser síntoma de excesiva salinidad del agua. FUNDEAGRO (1983).

La calidad del agua generalmente no es un factor limitante en el crecimiento de los espárragos. Pareciera ser que es minimizada por la habilidad de la planta para controlar la absorción de sodio. Se ha producido con mucho éxito en Chile bajo riego a goteo donde la conductividad eléctrica (CE) del agua de riego fue de 9 dS/m, y el afluente desde el terreno era de 18 dS/m. Para aliviar cualquier stress en la planta la relación de absorción de sodio (RAS) debe ser inferior a 9 y preferiblemente menor a 3. El espárrago también es tolerante al boro en el agua; niveles de hasta 3 ppm de este elemento no causa mucho daño. BENSON (1987).

El agua tiene en su composición cantidades variables de sales y son estas las que gobiernan el equilibrio de sales en el sistema suelo-agua. La calidad del agua tiene vital importancia. Teóricamente agua con una CE entre 2.7 y 3.5 dS/m, entrarían en equilibrio de sales (4.1 dS/m para el Umbral del espárrago) en suelos francos y arenosos respectivamente. La RAS debe ser lo más baja posible para evitar posterior sodificación de suelos francos y arcillosos principalmente. El nivel de boro no debe exceder las 3 ppm. Afortunadamente en nuestro medio las aguas que se usan en riego no tienen carbonato de sodio residual (CSR), que podría acentuar aún más el problema de sodicidad. Aunque la planta es tolerante, está demostrado que 4.1 dS/m es el Umbral a partir del cual disminuyen los rendimientos, pero muy lentamente que a veces pasa desapercibido. SANCHEZ (1992).

CUADRO 3.5.: RESUMEN DE LOS FACTORES HIDRICOS

FACTORES HIDRICOS	OPTIMO	FAVORABLE	DESFAVORABLE
SALES	< 3.0 dS/m	3.0-6.0 dS/m	> 6.0 dS/m
SAR	< 3.0	3.0-6.0	> 6.0
NIVEL DE BORO	< 3.0 ppm	3.0-6.0 ppm	> 6.0 ppm
CANTIDAD	Grav: 20 000 Gote: 4	Grav: 16 000 Gote: 2	-- --

sistema/m3/año	000	500	
----------------	-----	-----	--

b) LA CANTIDAD DEL AGUA

El espárrago es exigente en calidad y oportunidad de riego, debiendo regularse éste en la etapa de desarrollo vegetativo y en la época de cosecha. MONTES Y HOLLE (1978)

Por tener esta planta un sistema radicular tan amplio requiere que los riegos sean fuertes durante todo el desarrollo del follaje dependiendo la frecuencia de éstos del ciclo de desarrollo de la plantación, el tipo de suelo, clima etc. Es una especie muy sensible tanto al exceso como a la falta de humedad y en condiciones de agoste por sequía, la oportunidad de riego para desarrollar los turiones es fundamental. El espárrago tiene una gran superficie de follaje por lo que la evapotranspiración de la planta es alta, lo que es otra razón para que los riegos sean fuertes. Las necesidades de agua en este cultivo se estiman en 12 000 m³/ha hasta la primera cosecha y 8 000 m³/ha para cada cosecha siguiente dentro de un sistema de riego por gravedad. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

El contenido de agua en el suelo durante la temporada de cosecha afecta la tasa del aumento de la temperatura y la división y el agrandamiento celular en el turión que está desarrollando. El suelo saturado se entibiará más lentamente que el suelo que esta por debajo de la capacidad de campo, debido a la mayor densidad del suelo. La insuficiencia de humedad en el suelo reduce el agrandamiento celular y la presión de turgor del turión, lo que resulta en menor cantidad de turiones con diámetros inferiores. BENSON (1987).

El régimen de humedad parece afectar también la calidad del turión cosechado. Los turiones cosechados sin agoste presentan un contenido mayor de fibra que los cosechados bajo condiciones de agoste. Desde este punto de vista se puede estudiar la consecuencia de agoste para la obtención de un producto de mayor calidad. KRUGER (1968).

3.2.2. EL CLIMA

a) TEMPERATURA

Entre las conclusiones de una investigación realizada en la U.N.A. se anotó que se presentaron evidencias para afirmar que existe estrecha relación entre el rendimiento y la temperatura, verificándose una mayor producción con mayor temperatura. KRUGER (1968).

En general, las zonas del Perú que presenten promedios mensuales entre 15 y 25 grados centígrados (gC) ofrecen condiciones adecuadas para el cultivo. Temperaturas superiores a los 30 gC promueven características indeseables como el rameo y deshidratación del turión. Los brotes sometidos a 40 gC ramean

con apenas 5 cm de emergencia sobre el suelo. El mejor rendimiento parece obtenerse con temperaturas medias durante el día (20-25 gC), y bajas durante la noche (8-10 gC). MONTES Y HOLLE (1978).

El espárrago es una planta originaria de climas templados, con estaciones bien definidas, durante el cual detiene su crecimiento para poder acumular reservas alimentarias y realizar cambios bioquímicos que originarán posteriormente los brotes suculentos o turiones, que se consumen normalmente. Las temperaturas ambientales óptimas de crecimiento de esta planta se encuentran entre los 14 y 22 gC, aunque le son favorables temperaturas entre 8 y 16 gC; la alternancia de temperaturas altas y bajas entre el día y la noche, con una diferencia de 10 a 12 gC favorecen el rendimiento de la planta, siempre y cuando las temperaturas mínimas no bajen de 4 gC, ya que los turiones son muy sensibles a estas bajas temperaturas. El crecimiento de turiones se duplica por cada 8 gC de aumento de temperatura a partir de los 10 gC. Temperaturas ambientales superiores aceleran el crecimiento del turión, de manera que a 24 gC éste puede crecer a un ritmo de cm diarios. A temperaturas aún mayores se puede producir deshidratación y desarrollo de ramas en los turiones. También son importantes las temperaturas del suelo, puesto que un aumento de ésta en los 3 a 4 cm superficiales del suelo provocará una rápida apertura de las yemas apicales. Temperaturas óptimas del suelo se encuentran en el rango de 16 a 32 gC, rango fuera del cual se inhibe o retarda el crecimiento. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

Los factores ambientales de temperatura y agua afectan la emergencia del turión en cuanto a sus efectos en el metabolismo y el movimiento de azúcares que se requiere para la división y agrandamiento celular. Se necesita una temperatura crítica a nivel de la corona de 10 a 11 gC antes de que comience el crecimiento de los turiones. Las temperaturas bajas (10-15 gC) afectan la calidad de los turiones antes de la cosecha provocando una mayor concentración de antocianinas a nivel del suelo y en las escamas lo cual le da al turión un tinte púrpura. El crecimiento de yemas laterales en el turión se ve aumentado con las altas temperaturas, esto hace que el turión tome una apariencia abierta; hay variación en la cantidad de apertura según las variedades de espárrago. La UC-157 F1 mantiene su ápice más compacto que la UC-157 F2, UC-72 o Mary Washington a temperaturas sobre los 25 a 30 gC. BENSON (1987).

Una gama de temperatura de 18 a 30 gC es la óptima para el mejor crecimiento y producción del espárrago. Esto es para temperaturas del suelo y del aire. Cuando la temperatura baja de los 18 gC el crecimiento se hace lento; cuando la temperatura del suelo baja a los 10 gC, se detiene el crecimiento de las yemas. El crecimiento del turión continuará en una proporción muy lenta hasta que la temperatura del aire alcance los 6 gC. Mientras la temperatura del suelo a la profundidad de la corona no suba de los 10 gC las yemas se mantendrán en receso. La temperatura del

suelo controla el crecimiento de las yemas que se encuentran en elongación hasta que emergen sobre la superficie del suelo. La tasa de crecimiento del turión (elongación) aumenta aproximadamente en 100 por ciento entre los 13 y 18 gC y 50 por ciento entre los 18 y 24 gC (esto referido a la temperatura del aire). La temperatura del aire según la longitud del turión aumenta a diferente ritmo el crecimiento. A 18 gC un turión de 2 cm crecerá 4 m más en un día; uno de 7 cm se elongará 5,9 cm; y uno de 12 cm aumentará su longitud en 7,8 cm. Aproximadamente un 70 por ciento del rendimiento del turión se da durante el día. SOUTHER (1987).

En un experimento en The Institut for vegetable crops, en Gaisenhein, durante el período 1978-1985, determinaron que la temperatura tres días antes de la cosecha es la que más influye en la incidencia de turiones huecos o dobles al momento de la cosecha; y hallaron una relación matemática entre la temperatura del suelo a la profundidad de 25 cm y el porcentaje de turiones floreados en el cultivar `Lucullus`:

$$Y = - 45,5804935 + 1,77463673 X$$

donde: Y = Porcentaje de Floreados
X = Temperatura del suelo

El coeficiente de determinación fue de 0,73, sin embargo hacen la salvedad que esta característica depende mucho de la variedad y su propensión a florear. HARTMANN et. al. (1986).

b) HUMEDAD AMBIENTAL

La humedad ambiental debe ser baja en la época de descanso de la planta y alta en la época de cosecha, para evitar así la deshidratación rápida de turiones por cosechar. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

c) VIENTOS

Los vientos fuertes tienden a retardar el crecimiento en lado de incidencia, dando origen a turiones torcidos. MONTES Y HOLLE (1978).

El viento es perjudicial para las esparragueras. Durante la producción puede curvar los turiones; la severidad dependerá del período y velocidad del viento. SOUTHER (1987).

d) LUMINOSIDAD

La luminosidad ambiental influye no tanto en la producción como en la calidad de los turiones, sobretodo en el espárrago blanco, en el cual la excesiva luminosidad promueve un rápido

desarrollo de cloroplastos y cromoplastos en el ápice de los turiones, determinando turiones con la parte color verde o morado. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

3.2.3. EL SUELO

El suelo más aconsejable es el franco arenoso. La labranza es menos laboriosa y de menor costo en suelos arenosos, que son bien aireados, secan rápido y no forman costra en la superficie, dando como resultado un producto más atractivo que en suelos pesados. Sin embargo no es conveniente que el suelo sea demasiado suelto o ligero, de modo especial si el subsuelo está compuesto por arena o grava. Ha de tomarse en cuenta que el subsuelo debe retener humedad manteniendo un buen drenaje. Por otra parte los suelos arenosos, aunque tienen textura deseable para la buena emergencia del turión, alcanzan temperaturas de superficie muy elevadas que afectan la calidad del turión. Los suelos arcillosos no son apropiados para la producción comercial debido a su mala aireación, dificultad de labranza y la lentitud con que se calienta en invierno. Los suelos orgánicos, que tienen la soltura de los arenosos, presentan además un alto nivel de fertilidad que los vuelve óptimos para este cultivo. MONTES Y HOLLE (1978).

Los suelos más aptos para el espárrago son los sueltos y fértiles, sin piedras y profundos (1,0 m). El espárrago expande rápido sus raíces; los tallos o brotes, de textura blanda, crecen parcialmente bajo el suelo, por lo que necesita para su adecuado desarrollo que éstos tengan textura suelta. Además el período de sequía que se acostumbra dar al espárrago antes de la cosecha, será más corto en estos suelos sueltos. En suelos con mayor contenido de arcilla, los turiones tendrán dificultad para crecer derechos y demorará más el agoste. El espárrago es una planta que resiste un alto contenido de alcalinidad y salinidad en comparación a otras plantas cultivadas, pero al mismo tiempo no tolera suelos muy ácidos. Un suelo salino, sin embargo determinará que la calidad y el rendimiento de los turiones disminuya. Suelos con pH entre 6.2 a 7.8 son los más adecuados. Finalmente, por ser planta perenne, necesita disponer elementos nutritivos durante un lapso largo, por lo que requiere un alto contenido de materia orgánica. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

Una caracterización del suelo óptimo para espárrago puede ser como sigue: profundidad mayor a 0,65 m en suelo suelto y mayor a 0,80 en suelos compactos; textura franca a gruesa, pH entre 6,0 a 7,2; drenaje moderado a bueno; no pedregoso (menor al 15 por ciento) y conductividad eléctrica no mayor a 8 dS/m. CIREN-CORFO (1990).

El mejor suelo para espárrago es un suelo arenoso bien profundo; aunque se comporta bien en suelos arcillosos, siempre que no tengan capas duras y estén bien drenados. Problemas de

drenaje propician pudriciones de Fusarium y Phytophthora. El espárrago es un cultivo muy tolerante a sales, crece en forma silvestre en áreas costeras de Europa donde se riegan naturalmente con agua de mar de las mareas altas. Es también tolerante a un amplio rango de pH; se comporta mejor a pH cercanos a 6,5, siendo buen rango de 6,5 a 7,5. SOUTHER (1987).

El espárrago puede desarrollar desde suelos muy ligeros (arenosos) hasta suelos muy pesados (limosos, arcillosos). Los suelos ligeros son los que mejores resultados han dado en diferentes condiciones climáticas. La permeabilidad para suelos cultivados con espárrago debe ser en lo posible de moderada a moderadamente rápida (2 a 12 cm/hora); con velocidades mayores de flujo habrá rápida pérdida de humedad y velocidades menores generalmente inundamiento y se puede asociar a la presencia de hongos patógenos. De una profundidad efectiva no menor de 0,75 m (si es mayor, mejor); suelos de perfil poco profundo o con capas duras deben ser evitados. Los suelos deben tener buen drenaje y el nivel freático debe estar a una profundidad mayor de 1,0 m; condiciones de mal drenaje afectan seriamente la estructura y la permeabilidad y fundamentalmente la aireación disminuyendo la capacidad de absorción de agua y nutrientes. El espárrago prospera muy bien entre valores de pH de 6,5 a 7,8; valores menores a 5,5 detienen el crecimiento, y valores por encima de 8,3 disminuyen el rendimiento; en el primer caso esta asociado a la acidez y en el segundo, a la alta concentración de sodio cambiante en el suelo; valores cercanos a la neutralidad favorecen la asimilación de la mayoría de nutrientes. El espárrago es tolerante a la salinidad y no muestra síntomas hasta un valor de conductividad eléctrica de 10 dS/m, sin embargo muchos investigadores han demostrado que 4,1 dS/m es el Umbral de tolerancia de sales, encima del cual disminuyen los rendimientos, aunque a una tasa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Yr = 100 - b (Ec - a)$$

donde: Yr = Rendimiento relativo en condiciones salinas.

100 = Rendimiento potencial en condiciones no salinas.

b = Pendiente de la recta. Porcentaje de disminución por cada unidad de sales

CEc = Conductividad Eléctrica del extracto del suelo

y, a = Umbral = 4,1 dS/m

Por otro lado, cuando el sodio llega a niveles altos (mayor al 15 Por ciento de Sodio Intercambiable) causa efectos directos a la planta e indirectos al suelo. En el primer caso los niveles absorbidos pueden ser tan altos que causan daños a las plantas, manifestándose en quemaduras de hojas de la parte basal a la parte apical. En cambio los efectos al suelo, éstos se muestran en la dispersión de las partículas concretamente la permeabilidad y el

drenaje; además una alta concentración de sodio está asociada a un pH superior a 8,3 donde disminuye la absorción de la mayoría de nutrientes de la planta.

Aunque es recomendable que los suelos están provistos de elementos nutritivos , no es imprescindible, ya que se puede mejorar esta condición con el suministro de materia orgánica y fertilización mineral balanceada.

Nivel de Boro entre 10 y 15 ppm en el suelo es considerada como el Umbral de tolerancia del espárrago. SANCHEZ (1992).

CUADRO 3.6.: RESUMEN DE LOS FACTORES EDAFICOS

FACTORES EDAFICOS	ÓPTIMO	FAVORABLE	DESFAVORABLE
TEXTURA	Fco. Arenoso Arena Franca	Arena Francos	Limosos Arcillosos
PERMEABILIDAD	Mod. Rápida	Moderada	Lenta, Rápida
PROFUNDIDAD	Mayor 1,5 m	0,75-1,50 m	Menor 0,75 m
DRENAJE	Bueno	Tabla de agua >1,0 m	Tabla de agua <1,0 m
REACCIÓN (pH)	6,5-7,8	6,0-6,5 7,8-8,3	<6,5 >8,3
SALES	< 4,1 dS/m	4,1-10 dS/m	> 10 dS/m
FERTILIDAD (M.O., P, K₂O)	3 parámetros nivel alto	2 parámetros nivel alto	Mín. 1 parám. nivel alto
NIVEL DE BORO	< 10 ppm	10-15 ppm	> 15 ppm

3.2.4. LA TECNOLOGIA O MANEJO AGRONOMICO

a) CULTIVAR

Los cultivares de espárrago pueden ser diferenciados en dos grandes grupos, según el color de turión:

- 1.- Cultivares de turiones color verde claro como la 'Connovers Colossal' y la 'Mammouth White'. Estas son poco sembradas y la punta de los brotes son rojizas antes de ser expuestas a la luz.
- 2.- Cultivares de turiones verde oscuro como la 'Mary Washington', la 'Palmeto' y 'Argentuil', que adquieren coloración rosada en la punta antes de ser expuestas a la luz. MONTES Y HOLLE (1978).

La variedad 'Mary Washington', que aparece en los Estados Unidos en 1920, es la que reemplazó a las anteriores sobretodo por su resistencia a la roya, su alta calidad al formar poca fibra y su precocidad. A partir de esta se han desarrollado otras muchas líneas como la 'Mary Washington 500', 'Mary Washington 500W', 'UC-66', 'UC-711' en los Estados Unidos y 'Dione' y 'Argentuil' en Europa. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

En los últimos años se han desarrollado un sin número de variedades fuera de las ya tradicionales sobretodo provenientes de hibridaciones. En Francia: híbridos dobles como 'Larac' de vegetación redonda, turiones verdes con punta púrpura oscura y de tamaño medio, y 'Junot' de desarrollo pequeño; híbridos simples como 'Aneto' de poco follaje, turiones de tamaño medio, de color verde con puntas púrpuras oscuras y 'Cito' de follaje reducido, turiones chicos, verdes con punta púrpura. En Alemania: 'Lucullus', híbrido masculino de poco follaje, turiones chicos y delgados y de envejecimiento rápido. En España: 'Rioja' y 'Ciprés', ambos de desarrollo pequeño. En Holanda: 'Limbras', híbrido mixto originado de 'Limburgia', de color uniforme y de buen rendimiento; 'Limburgia' es un híbrido simple (MW-x Gloria de Bfunswick), de alta producción, turiones gruesos y alta calidad. En Taiwan: 'Taiwan'1, 2 y 3. En Japón: 'Accel'. Y en Estados Unidos: 'UC-157'. DELGADO DE LA FLOR (1992)

En el Perú, las variedades que más se difundieron fueron la 'Mary Washington', y la 'UC-62', las que más recientemente han sido desplazadas por la 'UC-72' y la 'UC-157', y últimamente también se proyecta la 'Ida Lea'. DELGADO DE LA FLOR (1992).

La variedad 'UC-72' es de polinización abierta y se caracteriza por ser resistente a la Roya y Fusarium, de turiones medios, de color verde oscuro con pocos tonos púrpura oscuros en la punta; es muy productiva uniforme en su calidad y precoz. Mantiene buen rendimiento y se puede tipificar como una variedad rústica que puede soportar fallas en el abonamiento o riegos, y en zonas eriazas del Perú se han detectado buenos resultados. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

La variedad 'UC-157' es un híbrido originado por cultivo de tejidos del cruce entre las líneas M-120 por F-109 y presenta

turiones de color verde oscuro con coloración verde en la punta, turiones lisos cilíndricos de puntas cerradas y bajo contenido de fibra. Es un cultivo precoz de alta producción tolerante a Fusarium y apropiado para climas cálidos; no es resistente a la Roya. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987)

La 'Ida Lea' es un híbrido simple clonal, con ápices plegados y terminación en punta, de turiones verde claros, muy productiva. DELGADO DE LA FLOR (1992)

b) EDAD DE LA SEMILLA

Las plántulas de espárrago permanecerán en almacigo entre 4 y 8 meses; en general una planta esta lista para su trasplante cuando al menos tiene 8 tallos desarrollados, vigorosos y pesa aproximadamente 100 g. Mayor tiempo en almacigo determinará un mayor desarrollo radicular y un excesivo entrecruzamiento de raíces. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

Para el trasplante no deben usarse coronas desarrolladas, de uno, dos o más años de edad, por que no se tendrá un campo uniforme en el que no se cosechará lo adecuado. Se deben transplantar coronas sanas de 6 a 8 meses de edad. CAMERE (1992).

En una investigación realizado en la Universidad de California, con espárrago de la variedad 'UC-157', evaluando dos cosechas luego del trasplante, probando plántulas de 10 semanas frente a coronas de un año en el trasplante, encontraron, que aunque a la primera cosecha no hubieron diferencias significativas, a la segunda, el número de turiones fue significativamente mayor en las plántulas de 10 semanas, pero el rendimiento en peso fue significativamente mayor en las coronas de un año. BENSON et. al. (1979).

c) DISTANCIAMIENTO Y DENSIDAD DE PLANTACION

En un experimento instalado en The Citrus Research Center, Riverside, California, conducido durante el período 1966 - 1972, se probó diferentes densidades de siembra en la variedad 'UC-309': 40 000, 80 000, 120 000 y 160 000 plantas por acre, a simple y doble hilera. Los datos mostraron que el promedio de turiones fue reducido en plantaciones con densidades mayores a las 80 000 plantas por acre; y aunque hubo pequeñas diferencias entre el tamaño (largo y grosor) entre la simple y doble hilera, el volumen total de producción fue considerablemente superior en la doble hilera. TAKATORI et. al. (1973).

Los distanciamientos más recomendados para nuestro medio son:

Entre surcos:

En suelos arenosos:

Para espárragos blancos: 2,0 m

Para espárragos verdes: 1,8 m

En suelos francos:

Para espárragos blancos: 1,8 m

Para espárragos verdes: 1,5 m

Entre plantas:

Para espárragos verdes y blancos: 0,25 a 0,30 m

Densidad: de 16 000 a 26 000 plantas por hectárea.

Por otro lado, consideraciones como: que el sistema radicular del espárrago es extenso y en plantaciones muy densas puede haber problemas de entrecruzamientos, se puede afectar la calidad de la cosecha y facilitarse la incidencia de plagas y enfermedades; y que la densidad no sólo está definida por el número de plantas, sino también por la acomodación de éstas y la interacción de los distintos cultivares con los niveles de fertilización y riego; son importantes tomarlas en cuenta para todo programa de instalación. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987). CAMERE (1992).

d) PROFUNDIDAD DE SIEMBRA

En general, en suelos pesados ha de plantarse a mayor profundidad que en suelos ligeros. Para espárragos blancos, en suelos orgánicos puede llegarse hasta 0,40 m de profundidad, mientras que en suelos arenosos debe ser a 0,20 a 0,30 m. Si las coronas se colocan a demasiada profundidad, la emergencia de los turiones será tardía, y ello significará períodos de cosecha más prolongados. MONTES Y HOLLE (1978)

La profundidad de siembra variará de acuerdo al tipo de espárrago que se desee producir, verde o blanco. Para espárrago blanco siembras de 0,40 m en suelos arenosos y de 0,30 m en francos, parece ser las que mejores resultados producen, pues los turiones pueden crecer a más de 25 cm por debajo de la tierra y mantendrán su color blanco y por otra parte habrá espacio para el crecimiento del rizoma hacia arriba; mayores profundidades causarían emergencia tardía y una mayor posibilidad de daño al turión que recién está creciendo al momento de la cosecha. Para espárrago verde, la profundidad será menor, 0,15 m en suelos arenosos y 0,10 m en suelos francos, así se asegurará espacio para el crecimiento de la corona hacia arriba y todo el turión que sea necesario cosechar será de color verde, sin la base blanca, como podría ocurrir a mayores profundidades. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1978).

La labor de transplante debe ser un trabajo concienzudo, teniendo cuidado de no hacerlo muy superficialmente, que conllevaría a problemas de labores que dañan las coronas y raíces; por ello se recomiendan profundidades de 0,30 a 0,35 m para

espárragos blancos y 0,20 a 0,25 m para los verdes. CAMERE (1992).

En un estudio hecho en Ontario, Canadá, en el período 1974 - 1982, probando diferentes profundidades de siembra en espárrago verde, cultivar `Viking 2K', se determinó que los mejores rendimientos se obtuvieron a la profundidad de 0,10 m, tratamiento que no tuvo diferencias significativas con el de 0,15 m, por lo que este rango lo consideraron como el óptimo aconsejable. LOUGHTON (1983).

LABORES CULTURALES

e) RIEGOS

En un diagnóstico de la situación esparraguera del Perú, se indicó tener evidencias para afirmar que, en el país, había un mal manejo del agua de riego con respecto al cultivo. Sustentaron que para mejores resultados, un riego, en el cultivo de espárrago deberá ser lo más fuerte o pesado, no justificándose riegos ligeros y frecuentes ya que significan pérdida de agua, y esto último es justo lo que más frecuentemente se encontró. HANNA (1967).

Los riegos deben ser constantes durante el desarrollo vegetativo, eliminarse en el período de descanso o agoste de la planta y constantes nuevamente luego del chapodo y durante la cosecha. Se ha probado para el espárrago riegos a presión como el goteo, aspersión y microaspersión, y aunque aún no hay conclusiones definitivas, se están teniendo mejores resultados con el riego a goteo, con el cual se puede reducir el período de sequía, incluso a 15 días. Con estos sistemas, el ahorro de agua es considerable. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

Se ha visto que en suelos livianos, el riego adicional durante la cosecha, ha sido beneficioso para la producción de turiones. BENSON (1987).

Al parecer el sistema de riego más eficiente para el espárrago es el goteo. Los beneficios de este sistema son múltiples: uso eficiente del agua, buena respuesta de las plantas, aireación efectiva del suelo, provisión suficiente de nutrientes por el mismo sistema, disminución de incidencia de plagas y enfermedades, ideales para aguas saladas, etc. Pero también puede tener sus inconvenientes, siendo los más frecuentes: taponamiento de emisores, desarrollo de condiciones de salinidad y limitación del sistema radicular al bulbo de humedecimiento. GHITIS (1992).

f) ABONAMIENTO

El espárrago, por tratarse de un cultivo perenne que va a

utilizar el suelo por un largo tiempo, éste debe tener buenas condiciones de fertilidad y además constituir un medio físico adecuado para el desarrollo de los microorganismos del suelo que ayudan a descomponer la materia orgánica y a producir la liberación de los nutrientes que ésta contiene. La cantidad de carbono en el suelo debe encontrarse en una proporción de 10 a 14 en relación al nitrógeno para que la planta pueda absorber este último elemento. Es por esto, que la materia orgánica que contiene carbono, además de ser fuente de nitrógeno fósforo y potasio, debe ser incorporada al suelo para favorecer el desarrollo de los microorganismos, sobretodo si las siembras se realizan en suelos arenosos o pobres en materia orgánica, donde no se tendrán microorganismos y por lo tanto el nitrógeno no se descompondrá y no podrá ser aprovechado por la planta. La materia orgánica debe enterrarse al fondo del surco, antes del transplante y en el fondo del surco de riego después de cada cosecha. La incorporación de residuos de cosecha, después de terminada ésta, es una buena práctica. DELGADO DE LA FLOR (1987).

Aplicaciones de 10 tm de materia orgánica por hectárea, para suelos pobres o 6 tm para otros (de acuerdo al análisis del suelo que se recomienda realizar), constituyen buena experiencia. Esta aplicación puede ser total del campo o en franjas en la zona donde se van a colocar las semillas. FUNDEAGRO (1983).

La agregación de materia orgánica, guanos o humus al suelo es muy positiva. Los suelos de Ica, y en general los de la Costa tiene muy bajo contenido de materia orgánica; se pueden aplicar de 4 a 6 tm/ha de guano, de 2 a 4 tm/ha de humus de lombriz (que empieza a usarse intensamente). Hay agricultores en Ica que obtienen turiones más gruesos incorporando 3 tm/ha de humus de lombriz. La retención de agua y nutrientes son aumentados por la materia orgánica en el suelo. Es necesario alejar el guano de las coronas, por que como es cultivo permanente en el que no se puede voltear el suelo después de cada cosecha y evitar así la proliferación de gusanos de tierra, entonces por lo menos alejarlos de las coronas. Algo adecuado, es también la incorporación de la broza, lo que se puede hacer con una picadora y un rotavator o una segadora horizontal de hélice y discos aporcadores, localizándola en el fondo del surco con algún granulado para controlar gusano de tierra y urea (50 unidades/ha) para apurar la descomposición de la broza. CAMERE (1992).

En el cultivo de espárrago, las aplicaciones masivas de materia orgánica, están más orientadas a incrementar la fertilidad física del suelo, principalmente la capacidad retentiva del agua y en segunda instancia el aumento de la temperatura, que al aporte significativo de nutrientes al suelo dentro de un programa integral de abonamiento. Varias son las fuentes de materia orgánica que se utilizan en este cultivo, siendo el compost y el humus de lombriz los que están teniendo mayor demanda actualmente, la razón es que ambos ya se encuentran en la mitad del proceso de descomposición y por ende liberarán más rápidamente los elementos

nutritivos, terminando su efecto también más tempranamente que otras fuentes. SANCHEZ (1992)

CUADRO 3.7.: CALIDAD PROMEDIO DE DIFERENTES FUENTES DE MATERIA ORGANICA

FUENTE DE MATERIA ORGANICA	pH	C.E. dS/m	Hd %	M.O. %	N %	P2O5 %	K2O %
1. ESTIERCOL VACUNO	7,5	6,0	30	75	2,0 14	1,5 10	2,5 18
2. ESTIERCOL CAPRINO	7,0	6,0	40	65	2,0 12	0,9 6	2,5 21
3. ESTIERCOL CABALLO	6,5	3,0	20	80	1,6 12	0,8 6	1,7 14
4. ESTIERCOL AVES	6,0	8,0	30	50	2,8 20	0,5 4	0,5 4
5. COMPOST	7,0	4,0	35	50	1,4 9	1,2 8	0,8 5
6. HUMUS DE LOMBRIZ	7,0	3,0	50	40	1,5 8	1,0 5	1,15

FUENTE: SANCHEZ (1992)

Aproximadamente, se ha comprobado que una parte de humus de lombriz tiene el mismo efecto que dos partes de cualquier estiércol, en promedio. Pero el hecho que el costo de este insumo sea más de 10 veces más caro que los otros en promedio, se convierte en una limitante para su uso masivo. En nuestro medio se viene aplicando niveles de 15 a 30 tm/ha de materia orgánica (de cualquier tipo) en este cultivo, una vez al año, localizándola en banda (en muchos casos enterrada). Estas cantidades promueven fundamentalmente un mayor anclaje y desarrollo de las coronas en el suelo, propiciando mayor absorción de aguas y nutrientes. SANCHEZ (1992)

g) FERTILIZACION

Se recomienda dos aplicaciones de 600 kg/ha (10 - 20 - 20), usando sulfato de amonio o cianamina como fuentes de nitrógeno. La cianamina de calcio actúa, además, como herbicida, aplicándose normalmente cuando aparecen las primeras hierbas. En algunas plantaciones que se uso sal el rendimiento fue algo mayor , seguramente por que el suelo era pobre en potasio, y este se reemplaza por el ión sodio. Sin embargo estas aplicaciones son peligrosas por que pueden aumentar el pH. Los requerimientos de nutrientes varían con el tipo de suelo y las prácticas de fertilización empleadas previamente. En suelos orgánicos se

tiene poca o ninguna respuesta con diferentes fertilizantes. Los suelos ligeros, arenosos, responden bien a la fertilización nitrogenada. Las tareas de fertilización deben realizarse en la época de formación de la planta, y no en la proximidad de la cosecha. MONTES Y HOLLE (1978).

El espárrago tiene un sistema de crecimiento continuo, sólo interrumpido por la etapa de agoste. Para la época vegetativa requiere nitrógeno para formar hojas, tallos y brotes, por lo que es necesaria su disponibilidad después de terminada la cosecha para su desarrollo vegetativo y antes de la cosecha para desarrollar turiones; estas dos etapas son fundamentales para la aplicación. Si se tiene en cuenta que un turión tiene 7% de peso seco, 6% del cual es nitrógeno, para una cosecha de 8 000 kg/ha, por ejemplo, correspondería una extracción de 33.6 kg de nitrógeno. Si consideramos que este elemento se pierde por lixiviación y de acuerdo al tipo de suelo, humedad, relación C/N, la dosis a aplicar será 5 a 6 veces la cantidad que extrae la planta, osea 160 a 200 unidades de nitrógeno al año en forma de urea, sulfato de amonio o nitrato de amonio, aplicados, la mitad al trasplante o término de cosecha y la otra mitad antes de la cosecha. En el caso de dos cosechas al año, la dosis será de 80 a 100 unidades por campaña. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987)

El fósforo es un elemento que actúa directamente en la formación inicial de las raíces y de órganos de reserva. Por cada 8 000 kg de cosecha en una hectárea, extrae del suelo 12.8 kg de P₂O₅. Tratándose de un elemento de baja movilidad, debe aplicarse en la etapa previa de formación, desarrollo o acumulación de reservas de las raíces; por lo tanto, después de cada cosecha o antes que se inicie el período vegetativo en dosis que variarán de acuerdo a la riqueza del suelo, recomendándose en general 80 unidades después del trasplante y 60 a 80 al inicio de cada período vegetativo en las siguientes campañas. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

El potasio permite una mejor utilización de las radiaciones solares, acelera el crecimiento de las raíces, favorece la formación de hidratos de carbono, aumenta la resistencia a los cambios de temperatura, favorece la floración, fructificación y maduración de frutos. 8 000 kg de turiones extraídos en promedio de una hectárea captan 21,50 kg de K₂O, y como también es de baja movilidad debe aplicarse al inicio del período vegetativo. 100 unidades luego del trasplante y 80 kg para cada una de las siguientes campañas. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987)

Son recomendables dosis promedio de 180 unidades de nitrógeno, 110 unidades de P₂O₅, y 100 unidades de K₂O por hectárea por campaña. Todo el fósforo y todo el potasio en etapa vegetativa y el nitrógeno en tres particiones. FUNDEAGRO (1983).

Diversas investigaciones prueban que lo más importante para mantener un desarrollo adecuado radical y aéreo, y por consiguiente altos rendimientos, es mantener ciertas relaciones de

N:P:K, variables durante la vida útil del espárrago. Lanzonnier (1979) recomienda, luego de muchas investigaciones en Francia, para el cultivo del espárrago, las siguientes relaciones:

primer año de plantación:	1,0:1,6:2,0
segundo año:	2,6:1,0:3,0
tercer año y después:	2,25:1,0:2,25. TAPIA (1987).

Para entender mejor la nutrición del cultivo debemos distinguir dos ciclos:

a. Ciclo de vida total, caracterizado por tres etapas bien diferenciadas; la primera de implementación o de crecimiento activo, donde hay predominante desarrollo radica, el fósforo y el potasio tienen gran importancia en la formación de tejidos de reserva (abarca del primer al cuarto año). La segunda etapa llamada de producción o de máximo rendimiento, en la que existe una demanda constante de agua y nutrientes y abundante sistema radicular (abarca del cuarto al octavo año). La tercera y última etapa o de producción decreciente, caracterizada por disminución paulatina del rendimiento y la demanda de agua y nutrientes, se deteriora el sistema radicular y hay suberización de tejidos.

b. Ciclo de vida anual. La plantación de espárrago, en el caso de nuestro medio produce turiones a fines de cada año (Noviembre - Diciembre) con reservas acumuladas a lo largo de todo el año (Enero - Octubre). La absorción de nutrientes durante la recolección es escasa, pero se incrementa rápidamente cuando los primeros turiones se convierten en órganos aéreos fotosintetizadores.

Por otro lado, mantener un buen balance de nutrientes en el suelo (según el nuevo concepto de fertilización balanceada y completa) debe ser el objetivo de todo programa de manejo. SANCHEZ (1992).

El mismo autor indica que, dentro del balance de nutrientes, la fertilización foliar juega un papel importante por los siguientes aspectos:

1. La estructura física química del suelo es la que determina la disponibilidad de todos los nutrientes para la absorción por la planta.
2. Las interacciones químicas entre varios elementos nutrientes de la planta (ejemplo: Fe - Mg, K - Mg, P - Zn), pueden no garantizar que la aplicación de nutrientes al suelo alcancen un buen balance en la planta.
3. La absorción por la planta de los nutrientes aplicados foliarmente puede ser 2 a 30 veces más eficientes en el tiempo que aplicados al suelo. Ejemplo N = 2 a 4 veces, P = 4 a 30 veces, Mn 10 a 30 veces, etc.
4. Si se considera en términos económicos a una aplicación alta de fertilizantes al suelo, los beneficios adicionales por la aplicación foliar pueden obtenerse cuando el suelo tiene baja fertilidad.

Así, concluye, los rendimientos óptimos que se pueden

alcanzar estarán en función del suministro de nutrientes en cantidad, proporción y oportunidad. Y recomienda, en general, un nivel de N-P-K de 200-100-100, aunque lo mejor es un análisis para cada situación en particular.

h) SANIDAD

En general el espárrago es una planta rústica, comparada con otras hortalizas, respecto al ataque de plagas y enfermedades.

En nuestro medio se reportan como plagas:

- Gusano de tierra: *Feltia* spp., *Agrotis* spp., *Spodoptera* spp., que son insectos que cortan los brotes tiernos.
 - Trips: *Thrips tabaci*, dañan debajo de las escamas que recubren las yemas.
 - Piojo blanco: *Pseudococcus* spp., que se pueden encontrar en las raíces del espárrago.
 - Escarabajo del brote: *Anomala* spp., daña los brotes tiernos o turiones.
 - Arañita roja: *Tetranychus* spp., pica y chupa en la superficie de las hojas y tallos herbáceos.
 - Afidos: *Aphis* spp., pica y chupa follaje y brotes tiernos.
- DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

Las enfermedades son más frecuentes en el cultivo; entre estas:

- Pudrición radicular y de la corona: *Fusarium moniliforme*, F. *oxysporum* sp. *asparagi*, y F. *solani*. Los síntomas se presentan con un amarillamiento parcial del follaje y una disminución del ritmo de crecimiento de la planta; según progresa, muerte regresiva y/o amarillamiento total del follaje, luego del cual la planta muere. El tejido vascular de raíces, corona y base de tallo, muestra inicialmente coloración rojiza a marrón rojiza, que con el avance se torna marrón, con la necrosis. Finalmente es posible observar pudrición de la corona y raíces principales. El control se orienta a la selección de suelos libres del patógeno, utilización de coronas sanas, control de agentes diseminadores como los nematodos y desinfección con productos químicos de la semilla.
- Cercosporiosis: *Cercospora asparagi*. La enfermedad se caracteriza por la presencia de pequeñas lesiones ovaladas a elípticas, de color blanco a blanco grisáceo y siempre rodeados por un halo rojizo, en hojas y tallos. Se recomienda para su control prácticas como la eliminación de follaje de plantas enfermas, evitar el riego por aspersión y aplicación de productos químicos al follaje.
- Nematode del nódulo de la raíz: *Meloidogyne incognita*. Este fitopatógeno disminuye el tamaño de la corona y de los tallos, el número de tallos por corona e incrementa grandemente las infecciones por *Fusarium* y *Erwinia*; presentando la planta un aspecto semejante a la deficiencia nutricional, pudiendo registrar pérdidas de hasta un 30% en almácigos y 15% en campo definitivo. Los almácigos y campos jóvenes son los más susceptibles al ataque

de este nematode; de allí que el manejo más eficiente de esta situación consiste en instalar almácigos en campos libres de este problema y favorecer una buena formación radicular en campos jóvenes.

CARBONELL (1992), DOOR (1992).

En cuanto a malezas, el espárrago como la mayoría de cultivos tampoco tolera la competencia de otras especies vegetales cuando está desarrollando, sobretodo cuando la planta está muy pequeña o la plantación recién ha sido establecida. El éxito en la lucha contra éstas dependerá fundamentalmente de consideraciones como: edad de la plantación, grado de infestación, tipos de malezas predominantes y origen, disponibilidad de implementos agrícolas, mano de obra y herbicidas, sumado a la oportunidad de cada labor.

En general el control se orienta a la combinación de varios métodos: mecánicos, manuales y químicos. Dos buenas prácticas son: evitar el enmalezamiento desde el inicio y evitar la producción de semillas. CASAS (1992)

i) AGOSTE

El período de agoste empieza cuando la humedad en el suelo no producirá nuevo crecimiento. Si el contenido de humedad puede ser mantenido a este nivel, no promoverá un continuo desarrollo de nuevas raíces, aumentando la capacidad de almacenamiento de la planta; sin embargo, mantener la humedad del suelo a este nivel es bastante difícil, y mas en suelos arenosos. El efecto de agoste variará probablemente con la cantidad de raíces reservorias desarrolladas por la planta. Si la planta tiene una capacidad grande de almacenamiento, la cantidad de alimento almacenado que se requerirá para desarrollar un nuevo brote será menor en proporción al total de alimento almacenado, si se compara con una planta de menor almacenamiento. Es probable que de aumentar la cantidad de agua en los riegos, se puede desarrollar mayor capacidad de reserva , en las raíces, haciendo así innecesario someter a la planta a un agoste por que la pérdida por la producción de nuevos turiones podría ser menos que la ganada al mismo tiempo, debido al desarrollo del material de almacenamiento por los tallos más viejos, y su translocación hacia abajo a las raíces. Entonces, este proceso es revertido, siendo el alimento producido en los nuevos brotes que constituyen la parte aérea de la planta, transportado de regreso hacia la corona. HANNA (1967)

El régimen de humedad parece afectar también la calidad de los turiones cosechados. Existen evidencias para afirmar que los cosechados sin previo agoste presentan un mayor contenido de fibra. KRUGER (1968).

El proceso de la planta de retraimiento y concentración de sus sustancias de reserva se puede conseguir sometiendo al vegetal a condiciones extremas como temperaturas bajas o sequía, que inhiben el desarrollo, mantienen el rizoma en desarrollo, y las

raíces suculentas llenas de sustancias de reserva (principalmente carbohidratos) no se utilizará en la parte vegetativa superficial por la inhibición del desarrollo que sufre la planta. Para que estas condiciones extremas determinen un período de reposo, deberán tener una duración determinada que dependerá de la intensidad de estas condiciones; así las bajas temperaturas que se dan en países con inviernos rigurosos, durarán toda la estación, mientras que la sequía será una etapa que deberá durar hasta que la planta seque o inicie el secado de su vegetación superficial.

Esta etapa dependerá del tipo de suelo y clima; en suelos arenosos y climas secos tropicales o subtropicales en que la humedad se pierde rápidamente, durará un mes, y en suelos francos con climas húmedos podrá durar hasta 2 meses. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

Hay agricultores que agostan antes de la cosecha y otros que no lo hacen. Es recomendable no agostar prolongadamente; esta práctica sólo se justifica cuando se comercializa la cosecha a través de un rol o programa de chapodo al margen del ciclo vegetativo. CAMERE (1992).

j) COSECHA

La frecuencia con que se cosecha una plantación va incidir directamente en su vida comercial. En climas templados donde sólo se cosecha una vez al año, la vida de plantación alcanza fácilmente los 18 ó 20 años. En zonas tropicales y subtropicales, donde las condiciones ambientales permiten la realización de dos cosechas al año, como en el Perú, la vida comercial se reduce a 10 años. Se puede cosechar en dos estados: espárragos verdes o blancos. El peso promedio de peso por turión es mayor en blanco, lo que se compensa por el mayor número de turiones en el verde. MONTES Y HOLLE (1978).

Como cualquier cultivo, la cosecha, representa la culminación de todo proceso de preparación y manejo. En espárrago, pero, representa además una etapa continua e intermedia, por que las condiciones y duración de ella, redundarán no sólo en la cosecha presente, sino en las posteriores. Teniendo en cuenta que a la primera cosecha, la corona todavía no está bien formada, ésta debe durar poco tiempo, lo suficiente para que se produzca un alto porcentaje de turiones de primera calidad, gruesos y bien conformados, pero apenas baje esa proporción se debe terminar la cosecha, pues esto significa que la plantación agotó las reservas.

Este tiempo de la primera cosecha no debe ser mayor de 15 días.

Para las subsiguientes será de 30 días. Es buena práctica esperar 7 a 8 meses para la primera cosecha, por ser la corona poco desarrollada y 4 a 5 meses para las siguientes campañas, donde las coronas estarán bien desarrolladas. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

La mejor hora del día para cosechar, es temprano en la mañana mientras los turiones aún están turgentes. Un stress por

sobrecosecha, causará una disminución en la producción del año siguiente y probablemente por toda su vida. SOUTHER (1987).

En Ica se puede cosechar todo el año, por lo menos en Villacurí hay agricultores que realizan cosechas en invierno; pero en el Valle se hace preferentemente de Setiembre a Mayo, y durante esa época, todos los días y dos veces al día. Usándose 2 a 3 personas por hectárea con sistemas de recolección muy diversos, que van desde el silbato para mantener el ritmo de los cosechadores, hasta el uso de supervisores de cuadrilla. CAMERE (1992)

Para obtener una cosecha de calidad, hay que mantener el campo húmedo, esto permite que los turiones mantengan sus puntas cerradas, pero esta muy relacionado al cultivar con el que se trabaje (por esto es mejor no usar semillas de híbridos 'UC - 157 F2' por que sus puntas tienden a abrirse y más en suelos deficientes en boro), y cuidar que las 'gubias' o cuchillas de corte estén bien afiladas. El mayor daño a las coronas lo realizan los cosechadores. CAMERE (1992)

En Ica hay agricultores que realizan una campaña de cosecha al año, otros dos; unos lo hacen en verde en primavera y otros en blanco al inicio de otoño. Lo más conveniente en Ica es dejar que la planta crezca activamente 15 a 18 meses después del trasplante; aunque en esto tiene que ver la edad de las coronas al momento del trasplante y el abonamiento y riegos posteriores, aún así no debería adelantarse la cosecha antes de un año después del trasplante. Existen esparragueras que no han podido recuperar niveles comerciales debido a cosechas prematuras y excesivas. Debido a su crecimiento perenne (que lo haría similar a un árbol frutal), a su naturaleza herbácea (que lo haría similar a la mayoría de las hortalizas), a que mayor parte de su crecimiento y de mayor significación económica es subterráneo, y a que la parte aérea sólo es visible durante un corto período del año, el espárrago presenta un mayor grado de complejidad que otras especies para su manejo y se debe tener mucho cuidado al adelantar o alargar las cosechas. CAMERE (1992).

k) RENDIMIENTOS

El rendimiento del espárrago es muy variado, dependiendo, del lugar de producción, del tipo de espárrago, del ciclo de producción, de la duración de la cosecha, del tipo de cultivo, etc. De acuerdo a los rendimientos y comparando el caso de Perú con dos cosechas, con otros países con una cosecha, no se encontró diferencias significativas entre los rendimientos anuales, con una cosecha o con dos, y, si se considera que la vida normal de una plantación es de alrededor de 10 años, tanto con el sistema de dos cosechas o con una, se puede concluir que el sistema de dos cosechas al año, no debilita a la planta, siempre que reciba los cuidados necesarios. En Perú, el promedio nacional de rendimiento es de 7850 kg/ha con dos cosechas al año. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987).

El rendimiento es mayor en blanco que en verde, en un 30% más. El espárrago blanco es recto y cilíndrico, el verde tiende a reducir su diámetro hacia la punta y es menos pesado. En el Valle de Ica hay rendimientos muy variables. Pero existen campos de 15 a 17 tm/ha por campaña de cosecha que lo producen en 45 a 60 días y se les detiene con 160 kg/ha por día de productividad, y hay campos que a los 20 días están produciendo 15% de small. En general son pocos los campos que mantienen su vigor de emergencia de turiones más allá de 7 semanas de cosecha continua, decreciendo visiblemente su productividad al cabo de un mes. CAMERE (1992)

1) OTRAS LABORES CULTURALES

El chapodo es una labor que consiste en cortar el follaje al ras del suelo, después del agoste y antes de la cosecha, para facilitar las labores de esta; si es posible, lo más adecuado es picar e incorporar esta broza.

El pajeo o despaje se realiza comúnmente después del chapodo, y consiste en quitar la broza cortada del campo, si es que no se incorporó; de no hacerlo prácticamente la cosecha sería imposible.

El aporque se hace luego del chapodo y abonamiento, sólo en espárrago blanco, teniendo en cuenta que haya 30 a 40 cm desde la corona hasta la superficie. El aporque mantendrá al turión bajo tierra, de acuerdo a la altura de este; al no recibir luz, los plastidios sólo desarrollarán en leucoplastos que son incoloros, y no cloroplastos de color verde.

El efecto de la capa de suelo que cubre la corona durante la cosecha del turión, está directamente relacionado al diámetro del turión. Es decir, mientras más profundo el suelo (dentro de cierto límites), mayor será el diámetro del turión. La textura y el contenido orgánico del suelo puede alterar la cubierta óptima de suelo que se requiere para una producción de turiones con diámetro máximo. Los suelos más pesados y con más materia orgánica requieren menos profundidad de suelo que los suelos más livianos y con menos materia orgánica para obtener un desarrollo máximo del diámetro de turión.

Al final de la cosecha, se debe cultivar y abonar inmediatamente y luego cajonear, estableciendo un solo surco de riego; estas labores se deben hacer lo más anticipadamente posible para no malograr los nuevos brotes que emergen de las coronas. DELGADO DE LA FLOR et. al. (1987). BENSON (1987). CAMERE (1992)

3.3. ESTUDIOS ANTERIORES EN EL PERÚ

3.3.1. EN ESPARRAGO

Entre las principales investigaciones respecto a espárragos en nuestro medio, se pueden mencionar:

- 1968, KRUGER, 'Estudio de la composición química del espárrago, durante un ciclo de crecimiento y efecto del chapodo bajo dos condiciones de riego sobre el rendimiento'.

En su estudio, KRUGER, prueba diferentes momentos de chapodo en dos regímenes de humedad: con agoste y sin agoste, evaluando rendimiento y calidad principalmente. Concluye que el mejor momento para chapodar es cuando el fruto está pintón o maduro, que es cuando el rendimiento en peso y número de turiones por m² fue superior. Igualmente, encontró que los lotes agostados tuvieron más rendimiento frente a los no agostados, y los cosechados sin agoste presentaron mayor contenido de fibra (menor calidad) que los agostados.

- 1970, ORBEGOSO, 'Plantación de espárragos en el Valle de Virú'.

ORBEGOSO hace un diagnóstico de la situación esparraguera en el Valle de Virú. Entre sus principales conclusiones menciona: que hay varias diferencias en la conducción del cultivo respecto a otros países como la inducción al agoste por sequía, y la posibilidad comprobada de cosechar dos veces al año. Indica también que el mejor momento de chapodar la planta debe hacerse cuando el fruto está maduro, por ser éste el momento óptimo para obtener el mayor rendimiento, y la primera cosecha no debe ser mayor de 15 días. Añade que se sabe poco respecto al cultivo, y hay bastante todavía por investigar.

- 1988, MORALES, 'Producción y cambio tecnológico en hortalizas: caso de los cultivos de tomate y espárrago'.

La Tesis de MORALES es un análisis global del desarrollo del cultivo, en un intento de relacionarlo con el cambio tecnológico que éste ha sufrido, con énfasis en la parte económica. Trabajó con información estadística disponible, en el período 1966 - 1981.

Señala en el estudio, que se verifica el incremento de la superficie cosechada y producción de espárragos en aquellas zonas que se encuentran ligadas al mercado de consumo fresco o al procesamiento industrial; es en última instancia el mercado que coadyuvado con otros factores facilitan la adopción del cambio tecnológico, traduciéndose en un incremento de la producción y de la productividad en este cultivo. Indica que el espárrago es un producto bastante caro, sobretodo por la mano de obra que se requiere para cosechar, seleccionar y embalar.

Entre las conclusiones denota: que existen deficiencias en el manejo del cultivo que deben ser corregidas, y lo más importante, asimiladas por los productores. Existe un gran potencial en la producción de espárrago; la presente industria se encuentra en su

primera fase y podría ser ampliada y desarrollada considerablemente; el principal problema en la producción de espárrago es el manejo apropiado del cultivo.

Finalmente añade que la política tecnológica del Estado en lo referente al cultivo de espárrago, se ha desarrollado aisladamente, sin enmarcarse dentro de un programa coordinado que contemple medidas de política de precios, créditos, asistencia técnica y comercialización; que incentive a los productores a adoptar nueva tecnología: semillas mejoradas de mayor rendimiento, combinaciones óptimas de fertilización, adecuado control sanitario y acceso a la maquinaria agrícola que le permita aprovechar la productividad de sus tierras y su trabajo.

- 1993, ESPINOZA, 'Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de espárrago verde bajo riego localizado de alta frecuencia'.

El estudio realizado por ESPINOZA trata de dos campañas de producción, probando en la primera la existencia de un efecto residual de las fertilizaciones NPK anteriores, y en la segunda, el efecto diferenciado de la fertilización nitrogenada. El experimento lo realizó en la UNA, en un campo de dos años de edad, en el período Noviembre de 1990 - Febrero de 1992, en un diseño BCA, con tres tratamientos de nitrógeno más un testigo; el testigo sin fertilización nitrogenada, el primer tratamiento con 100 unidades de nitrógeno, el segundo con 200, y el tercero con 300.

Todo bajo riego a exudación. Encuentra entre sus resultados una función de producción frente al nivel de nitrógeno:

$$\text{Rendimiento} = 4867,25 + 47,286 N - 0,104 N^2$$

donde N = unidades de nitrógeno en kg.

Señala en sus conclusiones:

- Durante las dos campañas agrícolas del cultivo, el requerimiento de riego promedio alcanza 7 715 m³/ha, con un valor promedio de evapotranspiración de 2,85 mm/día. En promedio la presión de trabajo del sistema fue de 1,50 m.c.a., el caudal fue de 1,52 l/m/h, y el número ponderado de horas de riego fue de 3,8 h/día.

- La fertilización NPK estándar aplicadas en la primera campaña, con la finalidad de determinar el posible efecto residual de fertilizantes anteriores del cultivo, estadísticamente indica que las características morfológicas, el rendimiento y sus componentes no han sido afectados por los niveles de fertilización NPK variables a que fue sometido durante los dos primeros años de establecimiento, lo que indica que el cultivo estabiliza su morfología, rendimiento y componentes de rendimiento estrictamente en base a la fertilización NPK estándar aplicada en el curso de la campaña.

- El mayor rendimiento entre tratamientos caracteriza al segundo (200 unidades de N/ha) con 18 214 kg/ha, siendo las diferencias al T3 (300), T1 (100) y testigo (0) de 11,7%, 19,5% y 51,8%. Por otra parte, el rendimiento comercial exportable y el comercial no exportable comprenden el 57,7%, y el 17,9% del rendimiento total respectivamente, determinado que la producción comercial se elevó al 75,6% del total producido.

- No existieron diferencias entre el peso promedio de turión, sin embargo hubieron diferencias altamente significativas en el número

de turiones por planta. El tratamiento 2 (200) produjo mayor número de turiones, disminuyendo en 3,9% en el T3 (300), 11,4% en T1 (100) y 50,6% en el testigo. El promedio de turiones en T2 fue de 11,05/planta.

3.3.2. EN FUNCION DE PRODUCCION

Existen muchas investigaciones en las que se hace un modelo de producción en función de algún o algunos factores productivos:
- 1975, BENITEZ, 'Funciones de producción y óptimo económico para nitrógeno y fósforo en el cultivo de maíz'.

En este estudio, el autor trabaja con datos experimentales de estos dos parámetros, en diferentes localidades: niveles de nitrógeno y fósforo. Encontrando una función de producción que tuvo el inconveniente de no contar con un buen coeficiente de determinación, explicado talvez por la existencia de otros factores no correlacionados.

Entre las conclusiones se enumera:

1. Hay efecto del nitrógeno sobre el rendimiento bastante marcados.
2. No se encontró efecto del fósforo.
3. Se encontró interacción N-P.
4. El óptimo de nitrógeno es de 269 kg/ha.

- 1979, ORTEGA, 'Determinación de funciones de producción para maíz duro en diferentes regiones del Perú'.

Se trabajó en base a información contenida en una encuesta, haciendo una función de producción para cada zona en estudio, tomando como variables iniciales:

- Número de jornales/ha
- Horas máquina/ha
- cantidad de semilla/ha (kg)
- cantidad de agua utilizada/ha (kg)
- Cantidad de pesticidas (kg,l)
- Horas yunta/ha
- Nivel de nitrógeno kg/ha
- Nivel de Fósforo kg/ha
- Nivel de potasio kg/ha
- Número de hectáreas conducidas
- Financiamiento
- Superficie agrícola

Y con estas se explicó el rendimiento o resultado obtenido, mediante el modelo Cobb-Douglas de función de producción.

En la discusión de resultados se indica:

a. Las funciones no presentan un buen coeficiente de determinación. Esto puede deberse a que faltan variables explicativas o debemos buscar otro modelo. Para este último, se hizo también funciones cuadráticas, que no tuvieron mejores resultados. En cuanto a la falta de variables explicativas estas podrán ser del tipo medioambiental como por ejemplo el suelo, la temperatura, etc. También variables del tipo que indiquen modos

u oportunidades como época de siembra, oportunidad de aplicación de agua, fertilización y/o pesticidas. Asimismo variables que indiquen asesoramiento técnico, capital acumulado, etc. Es concebible que algunas variables que se incorporen mejoren el coeficiente de determinación.

b. Sin embargo las funciones de producción presentan una estructura de coeficientes bastante consistente. Es decir las funciones son útiles, permiten obtener conclusiones adecuadas.

- 1982, VARGAS, Análisis económico de algunos factores en la producción de papa: caso del Valle de Cañete.

Utilizando como variables explicativas algunas similares a las del anterior estudio, sólo que en el cultivo de papa en Cañete, y utilizando como metodología de información la de encuestas, logró conformar un modelo de función de producción, y del análisis de éste se desprenden las siguientes conclusiones:

a. Es posible aumentar el uso de algunos insumos críticos para la producción de papa a fin de elevar los rendimientos y la rentabilidad económica del cultivo.

b. Se deben realizar más investigaciones agro-económicas, dirigidas a optimizar el uso de los insumos analizados empleando otros métodos de análisis y datos con mayor nivel de desagregación.

- 1985, VILLAORDUÑA, 'Análisis económico y determinación de la función de producción de papa: El caso de la agricultura comercial del Valle del Mantaro'.

La hipótesis que guía la investigación es: que los agricultores del Valle del Mantaro operan en niveles que es posible que sus rendimientos sean incrementados a través de la mejor utilización de algunos factores productivos.

Las variables dependientes consideradas fueron:

- Cantidad de semilla utilizada/ha (kg)
- Número de jornales contables/ha
- Número de jornales utilizados/ha
- Número de horas - tractor/ha
- Número de horas implemento/ha
- Cantidad de fertilizantes/ha (kg)
- Cantidad de pesticidas/ha (kg)
- Área total de papa cosechada

Siendo la variable dependiente de las anteriores en el modelo el rendimiento obtenido.

Entre las conclusiones se menciona:

a. A nivel empírico el objetivo primordial de la determinación de la función de producción es obtener estimación de los coeficientes de transformación técnica de insumo-producto. Dentro de este contexto lo más importante es el manejo o "valor de uso" que se puede dar a cada parámetro los cuales nos ayudarán a dirigir, orientar, organizar y planificar la producción agrícola.

b. Podría argumentarse que la función no presenta un buen coeficiente de determinación. Esto puede deberse a que nos faltan variables explicatorias, o tal vez el modelo no es el

adecuado (utilizó el modelo Cobb-Douglas y el Cuadrático).

- 1988, GARCIA, `Determinación de función de producción para maíz amarillo duro para el Valle de Huaura-Sayán: caso parceleros de la C.A.U. "Acaray"'.

La metodología fue la de recolección de información contenida en una encuesta, tomando 28 observaciones al azar como representativas de la población. El procedimiento fue similar a las anteriores, sólo que se probó tres modelos de función de producción: Cobb-Douglas, Cuadrática y Multilineal. Quedándose al final con la función multilineal que es la que mejores resultados mostró, pero sólo explicó el 57% de la variación del rendimiento. Del análisis de ésta llega a conclusiones en las que recomienda mayor utilización de algunos factores que están siendo subutilizados y menor uso de otros para optimizar la función, y por consiguiente el rendimiento.

3.4. LA FUNCION DE PRODUCCION

Teóricamente, la función de producción es un concepto que proviene del análisis matemático y estadístico. Asignándosele su función de uso en aquellas relaciones de tendencia continua y discontinua o también lineal y no lineal, a fin de observar y estudiar el comportamiento de una variable en función de una o más variables. Aunque la relación de una función es abstracta, el concepto es muy apropiado, y verdaderamente puede ser una herramienta de análisis en un campo específico. HEADY (1980).

La función de producción está referida a la relación técnica entre la cantidad de varios factores o insumos y la cantidad de producto generado en unidades físicas. CRAMER (1973).

Más específicamente, la función de producción está referida a la relación entre la entrada de factores y servicios y a la salida de producto, donde éste está en función de los factores o insumos. HEADY et. al. (1964).

O, también, la función de producción es la relación física entre los recursos de una empresa y su producción de bienes y servicios por período de tiempo, y sin considerar los precios o costos. LEFTWICH (1975).

El proceso de análisis puede llevarnos a recorrer un tanto más aproximadamente el camino de la investigación, y llegar a un menor nivel donde sea posible explicarnos más concretamente estas relaciones de funcionalidad mediante el uso de la función de producción, que nos permita mejorar el conocimiento sobre el comportamiento de las microunidades productivas en el proceso de producción de una determinada mercancía, dentro del sector agrícola. Si entendemos la significación de medir o cuantificar los coeficientes técnicos de producción en unidades físicas, de

los insumos demandados o requeridos por hectárea para producir cierto producto agrícola, más relevante en el manejo y "valor de uso" de estas relaciones y proporciones para efectos tan imponderables como lo son el poder dirigir, organizar y planificar la producción. ORTEGA (1979).

Una cantidad de producto puede frecuentemente ser producida de un número de diferentes combinaciones de servicios. Y también la misma combinación de servicios productivos, da variables cantidades de producto, dependiendo de como éstos sean eficientemente organizados. La función de producción puede ser expresada igualmente en términos de un solo valor para el producto (producto máximo) obtenida de la combinación de servicios y del estado de existencia del conocimiento técnico. CARLSON (1965).

Así, determinamos la función de producción como algo que cubre todas las formas de producción concebibles, de manera que en principio toma en cuenta una amplia variación de las proporciones de los diferentes insumos. Pero también debemos tomar en cuenta, aquella función de producción que no permite sustitución alguna, es decir donde las cantidades de todos los insumos sean proporcionales al nivel de producción. Los insumos que requiere un producto determinado son proporcionales a este, denominándosele "coeficiente técnico", la factor de proporcionalidad. CARLSON (1965).

En la Empresa Agraria la mayor atención es para los factores o insumos agrupados en el Trabajo, la Tierra y el Capital. Para el recurso tierra no cabe otro sinónimo más que suelo; el trabajo se considera como todo esfuerzo físico que proviene del hombre y actúa sobre la naturaleza (tierra); Se entiende por capital un conjunto de recursos heterogéneos, que comúnmente sólo pueden ser medidos a través de una unidad monetaria.

Sin embargo, esto es, visto desde un punto de vista económico, del cual se discrepa ampliamente, al momento de analizar la producción con un criterio agronómico. Si bien es cierto, las unidades monetarias pueden englobar una serie de insumos y puede definir la tecnología a trabajarse, no se considera una medida adecuada, por cuanto no considera oportunidad y calidad de cada labor a realizarse, que por cierto tendrá gran influencia en la producción, además que no se considera el medioambiente y su influencia, en toda su magnitud. Es así que, para el presente estudio se plantea la formulación de factores tan relevantes en la producción agrícola como: Agua, Clima, Suelo, Insumos y Manejo Agronómico o Tecnología. Dentro de cada uno de estos existirán muchos sub-factores considerados en el modelo. Siempre considerando variables cuantificables o diferenciables por jerarquía, por que sólo estas pueden analizarse en este modelo. ORTEGA (1979).

El proceso productivo, consume un tiempo, y éste hay que tenerlo en cuenta, por ser un factor de suma importancia. El

problema en agricultura, radica en la rigidez que denota la producción en el tiempo, esto significa que aunque intensifiquemos las labores de cultivo, el tiempo no se acortará. RODRIGUEZ (1969).

Sin embargo, esto no es del todo cierto en el cultivo de espárrago; tal vez por que el producto económico es una parte vegetativa, y que para cosecharla, la diferencia de criterios de los productores, determina diferentes tiempos de producción, al margen de la intensificación o no de las labores. Es por ello que en el estudio se prueba también la influencia de este factor en la producción.

La función de producción, tiene la expresión matemática genérica: $Y = f (X)$, donde Y simboliza la cantidad de producto obtenido y esta es función de X, que nos expresa la cantidad de recurso utilizado. La producción de un determinado producto agrícola, no es posible obtenerla por la actuación de un sólo factor. Para producir espárrago se precisa de un medio físico que sirva de sustento y fuente de nutrientes, que es el suelo, el cual tendrá un determinado nivel de humedad; todo esto afectado por un clima particular y la intervención de la tecnología aplicada. Algo importante será también el tiempo en el que se desarrolle. Sólo así, se podrá explicar el rendimiento obtenido. HEADY (1960).

Vista así, la producción, desde este enfoque, la función de producción nos indicará un esquema n-dimensional, de n-factores, donde la representación matemática de lo que sería el modelo de la función, en forma general es:

$$Y = f (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Donde Y sigue representando el volumen de producción y X_j , con $j = 1, 2, \dots, n$, denota cantidades o volúmenes de los factores productivos. HEADY (1960)

Ahora, bien, existen muchas formas de expresar relaciones cuantitativas entre las variables, las cuales pueden tener mejores resultados, según las condiciones particulares en las que se trabaja; es por ello que en este estudio se trabajó con tres tipos de función de producción, que han demostrado ser las que mejor se comportan en funciones de producción en agricultura: la función Cobb-Douglas, la Multilineal y la Cuadrática; en un intento de probar cuál de éstas nos reporta mayor aproximación con la realidad. GARCIA (1988).

Finalmente, es importante mencionar, que la función de producción, es una metodología que tiene sus cuestionamientos, siendo los principales, la dificultad de desagregar la información, lo que puede significar la no independencia de variables que puede enmascarar o duplicar cierto grado de influencia entre las variables; así como la asunción de que la función de producción para cada entidad agraria será igual, no siendo exactamente así en la realidad; y la dificultad de cuantificar cada una de las variables, ya sea por desconocimiento o por errores intrínsecos en la información. Estos aspectos

pueden llevar a desmejorar los resultados, es por ello que estamos conscientes de estas limitaciones y por ello se toma con mucho cuidado los resultados. Sin embargo experiencias anteriores muestran que es una metodología útil de análisis y que posteriormente puede ser perfeccionada, lográndose mejores resultados. ORTEGA (1979).

IV

MATERIALES Y METODOS

4.1. MATERIALES

4.1.1. Lugar del experimento

El estudio se centró en la zona denominada 'Pampa de Villacurí', zona eriaza ubicada en el Distrito de Salas, Provincia y Departamento de Ica.

A manera de comparación, se visitaron 3 Fundos esparragueros, en tres zonas diferentes del Valle de Ica: Santa Rosa de Cachiche, Los Aquijes y San José de los Molinos.

4.1.2. Las Encuestas

Se recogió información directa de cada fundo productor mediante visitas y entrevistas en cada uno de ellos, para concretar una encuesta.

La encuesta contiene básicamente preguntas de criterio u opinión, preguntas de datos específicos cualitativos y cuantitativos y partes reservadas para el llenado luego de las observaciones pertinentes.

Esta encuesta fue preparada especialmente para el estudio y consta de VI partes:

Parte I. DEL FUNDO, donde se consigna información referida a:

- Nombre del Fundo, del propietario(s) y persona(s) encuestada(s).
- Extensión total, extensión de espárragos y número de lotes con este cultivo.
- Número de personal que trabaja directamente o indirectamente en la conducción del cultivo; en forma eventual y permanente.
- Infraestructura y Maquinaria utilizada en el cultivo.
- Consideración de qué factor es el más limitante en el desarrollo del cultivo.
- Anotaciones sobre observaciones relevantes; y
- Ubicación del Fundo en la zona; de los lotes en el Fundo y el o los pozos utilizados.

Parte II. DEL FACTOR AGUA, donde se consideran los siguientes aspectos:

- Estimación del costo de este factor en el Fundo.
- Antecedentes de la calidad del agua frente al cultivo.
- Antecedentes de disminución del nivel estático de los pozos.
- Datos de rendimiento (caudal), profundidad, y de disponer, análisis.

Parte III. DEL FACTOR SUELO, anotándose:

- Criterio de comportamiento de la planta en su suelo.
- Problemática de su suelo.
- De disponer, análisis.

Parte IV. DEL FACTOR CLIMA, acápite que recoge criterios de:

- Cuál o cuáles factores climáticos influyen más en el desarrollo del cultivo.
- Estaciones del año más apropiadas, tanto para el crecimiento vegetativo, como para mejor y mayor cosecha.
- Antecedentes de algún cambio notorio en el desarrollo normal del ciclo del cultivo en relación a cambios climáticos.

Parte V. SOBRE EL FACTOR MANEJO, en esta sección, se trata de averiguar cuál es la mayor fuente de información respecto a la tecnología del cultivo y si la conducción es similar entre lotes.

Luego, se toma un lote promedio (de ser posible, se consideran más lotes); en estos:

- Datos del lote: Su extensión en hectáreas, la fecha de instalación, la procedencia de las semillas, la variedad cultivada, el estado fenológico y observaciones.
- Datos de Manejo:
 - Edad de las semillas transplantadas
 - Distanciamientos de transplante y densidad
 - Sistema de riego utilizado y sus características
 - Pozo que riega el lote
 - Frecuencia de riegos y su duración
 - Enmienda orgánica utilizada, cantidad, momento y modo de uso.
 - Fertilizantes utilizados y niveles.
 - Problemas sanitarios que controlan, y el modo
 - Inspección del lote en cuestión
 - Indicadores que toman en cuenta para el chapodo
 - Altura del aporque (si lo realiza)
 - Frecuencia de cosecha
 - Frecuencia y duración de riegos en cosecha
 - Indicadores para finalizar la cosecha
 - Secuencia de labores por campaña
 - Descripción de la cosecha
 - Utilización de mano de obra y maquinaria por labor

Parte VI. Aspectos Económicos

- Estimación del costo total por campaña
- Empresas a las que vendieron y venden su producción
- Si cree que el cultivo es rentable, y si actualmente recibe utilidades
- Proyecciones futuras, respecto al cultivo
- Producción disgregada por campañas:
 - Período de producción

- Rendimiento total en kg
- Calidad en promedio (algún parámetro)
- Observaciones y apreciaciones finales.

4.1.3. Estudios Básicos y Registros

Los estudios básicos se refieren a investigaciones anteriores de carácter integral hechas en la zona, siendo los principales:

- SOLDI y CHAVEZ y CIA S.A. Ingenieros Hidráulicos. Proyecto Integral de Irrigación del Valle de Ica. Estudio Preliminar. Publicado por la Asociación de Agricultores de Ica. Mayo de 1962
- INTERNATIONAL ENGINEERING Co, Inc. y R. F. CHAVEZ DÍAZ Y CIA. S.A. Plan Regional de Desarrollo Económico y Social de la Región comprendida por los Ríos Ica y Pisco. 1966
- TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD. Recursos de Agua Subterránea del Valle de Ica. Publicado por la Corporación de Reconstrucción y Desarrollo de Ica, Perú. 1969
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. Evaluación de los Recursos Naturales de la Cuenca del Río Ica. 1971.
- DIRECCION GENERAL DE AGUAS. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Estudio Agrológico Detallado y Zonificación Climática de Cultivos del Valle de Ica. 1974
- DIRECCION GENERAL DE AGUAS. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Diagnóstico del Distrito de Riego No 40, Ica. 1976
- INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO. Inventario de Pozos y Análisis Químicos de Muestras de Aguas de la Pampa de Villacurí. 1991.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Datos Climatológicos de la Estación CO - Pampa de Villacurí. Período 1987 - 1992.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Datos Climatológicos de la Estación San Camilo. Período 1987 - 1992.

Para efectos del estudio, también se consideró información de las siguientes investigaciones:

- RODRIGUEZ. Requerimiento de riego en la Pampa de Villacurí. Tesis Ing. Agrónomo. UNA. 1972
- AGUILAR. Optimización de la explotación de agua subterránea del Acuífero de Villacurí. Tesis M.S. Ing. Agrícola. UNA. 1990

4.2. METODOS

4.2.1. Recolección de la Información

La información utilizada en la investigación proviene básicamente de 3 fuentes: datos y resultados de los mismos productores esparragueros, estudios ecológicos y registros medioambientales.

Estos se recogieron mediante la Encuesta, revisión de estudios básicos y revisión de registros climatológicos, respectivamente.

La encuesta fue completada mediante visitas y entrevistas, la mayoría de las veces, fueron varias a cada fundo, incluso se hicieron nuevas entrevistas en la Ciudad de Ica a propietarios y/o Ingenieros para perfeccionarla, en un intento de recopilar la mayor y más precisa información. En cuanto fue posible se revisaron los registros de costos y producción de los Fundos que tuvieron ha bien proporcionarlos. Se trató además de corroborar estos datos con los informes de compras de las principales industrias de la zona.

Se visitó y encuestó 24 Fundos esparragueros en Villacurí, y 3 en el Valle de Ica. Según Cámere (1993, IQF del Perú), existen 27 Fundos en total en la Pampa de Villacurí; y el área productora de estos 3 Fundos no ubicados en la zona de estudio no supera las 20 ha. Representando así, el área encuestada más del 96% de la superficie total, la que se considera para efectos del estudio como la extensión total. (ver cuadro No 1).

De los estudios básicos, se tomó la información pertinente para la investigación, que principalmente consistió en la situación del acuífero de Villacurí, inventario de pozos, balances de recarga y bombeo, calidades de las aguas, características generales de los suelos y mapeo de suelos.

4.2.2. El Diagnóstico

Con criterio agronómico, se comenta, analiza y discute toda la información disponible. Se utiliza una metodología ordenada y secuencial; se toma cada uno de los factores y se estudia este en varios niveles: de zona productora en forma global e integral, de fundo esparraguero, con sus características peculiares, y de observación particular (lotes), cuando mereció hacer mención de rasgos saltantes, fuera de lo normalmente acontecido en los otros lotes y fundos.

Se enfatiza al momento del análisis de resultados: los rendimientos, los cuales son ciertamente el objeto de la actividad. Se trata de explicar éstos en función de cada uno de sus factores.

Finalmente, se remata con un análisis económico detallado del cultivo en esta zona.

En todos estos puntos, se hace comparaciones con los datos y resultados de los fundos de Ica.

CUADRO No 4.1.: FUNDOS Y AREA ENCUESTADA VILLACURI

"Análisis de los factores de producción en el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBS	NOMBRE FUNDO	PROPIETARIO	ENCUEST.	ÁREA ha
01	LA ENGREIDA	PADILLA	SI	25,00
02	BUENA COSECHA	ASTETE	SI	20,00
03	HERMANOS VITOR	HERMANOS VITOR	SI	18,00
04	VILLAPAMPA	GARCIA	SI	10,00
05	SAN PEDRO	PASTORINO	SI	30,00
06	ANDALUCIA	CANEPA	SI	14,00
07	TUNGA	ORBESO	SI	36,70
08	MARCO ANTONIO	ORBESO	SI	15,00
09	SAN FELIPE	SOLIS ROSAS	SI	58,00
10	TRES MOSQUETEROS	GALVEZ	SI	10,00
11	EL BUDA	OLIVA F.	SI	05,00
12	SANTA ADELA	JUNCHAYA	SI	10,00
13	BUENA AVENTURA	TIPACTI	SI	22,00
14	HUASCARAN	AGRIC.HUASCARAN	SI	15.00
15	CAPORALA	IZAGA	SI	32,50
16	MARIA MANUELA	ARAMBURU	SI	20,20
17	NEGOC. BMB	BACKUS&JOHNSTON	SI	72,00
18	SANTA FELICITA	OLIVA R.	SI	08,00
19	ABEJORRO BAJO	URIBE	SI	12,00
20	LOS LAURELES	SENSI	SI	08,80
21	EL RECUERDO	YOUNG	SI	27,00
22	EL ESCONDIDO	CHEPOTE	SI	15,00
23	JUANITA	YENHENG	SI	13,00
24	SAN JOSE	MALAGA	SI	15,00
		ELIAS	NO	07,00
		OLCHESE	NO	07,00
		MORAN	NO	06,00

CUADRO No 4.1. (continuación): FUNDOS ENCUESTADOS EN ICA

OBS	NOMBRE FUNDO	PROPIETARIO	ENC.	AREA ha
25	SAN JORGE	CERVESUR	SI	86,00
26	E.E. SAN CAMILO	A.A. DE ICA	SI	15,00
27	HACIENDA GRANDE	IQF DEL PERU	SI	52,00

4.2.3. La Función de Producción

En Posterior etapa, utilizando datos digeridos del diagnóstico se explica cuantitativamente los rendimientos en función de sus factores productivos mediante el ajuste a modelos de Regresión lineal múltiple.

Para tal efecto nos valimos del sistema stepwise contenido en el paquete estadístico computarizado SAS, aumentando, luego, el ajuste y la rigurosidad que el modelo exige con el paquete econométrico computarizado Micro-TSP.

Así se logra el modelo de función de producción para el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí, de tal suerte que se puede inferir en el uso de cada variable (factor) explicativa, considerada en el modelo final.

V.

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. DIAGNOSTICO: LOS FACTORES DE PRODUCCION EN EL CULTIVO DE ESPARRAGO EN LA PAMPA DE VILLACURI

Para la mejor comprensión de este capítulo, se incluyen una serie de cuadros gráficos y mapas. En todos los casos se menciona sólo el número de la observación o fundo, correspondiendo éste a los considerados en el cuadro 4.1.: Area encuestada. Así, las observaciones 1 a 24 corresponden a los fundos de la Pampa de Villacurí, y las observaciones 25, 26 y 27 son del Valle de Ica.

5.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES

a) Ubicación y características de la Pampa de Villacurí

La Pampa de Villacurí corresponde al área de tierras ubicada en la parte baja de la Cuenca del Río Seco, la misma, que a su vez se desarrolla, entre las Cuencas de los Ríos Pisco e Ica. Geográficamente sus puntos extremos se encuentran entre los paralelos 13 grados 53 minutos y 13 grados 58 minutos de Latitud Sur, y los meridianos 75 grados 50 minutos y 76 grados 05 minutos de Longitud Oeste.

El área está cruzada longitudinalmente por la Carretera Panamericana Sur, entre los kilómetros 265 y 290. La Pampa de Villacurí limita al Norte con los afloramientos rocosos de la formación de Pisco, al Sur con los restos de la Cordillera Andina como los Cerros Alto Bernales y Monte Sierpe y parte de la Pampa de Chunchanga, y al Oeste con una calle de Cerros de poca elevación como el Colorado y los que se alinean paralelamente a la Costa del Océano y las Pampas de Lanchas.

La Pampa de Villacurí se encuentra a una altitud que varía entre los 300 y los 450 msnm.

La Pampa de Villacurí es atravesada por el Río Seco, el cuál tiene la característica de permanecer seco prácticamente todo el tiempo, excepto en pequeños períodos de años de mucha recarga.

Esta zona abarca aproximadamente 25 000 ha, 15 500 ha de las cuales son aptas para el riego, de clases III y IV según la clasificación de Capacidad de Uso de Tierras. ONERN (1971).

La explotación agrícola en Villacurí se inició en la década

de los años 50, estimándose para 1990, un área cultivada de poco más de 3 200 ha. Actualmente existen cerca de 540 ha instaladas de espárrago en 27 fundos. Estos, los fundos, constituyen para este análisis, las unidades experimentales; habiendo dentro de ellos uno o varios lotes productores de espárrago, que son consideradas las unidades mínimas de producción.

b) Del área esparraguera

Es pertinente distinguir cada concepto del cuadro 5.1., ya que ello dará luz a lo que realmente se quiere exponer.

El área total esparraguera de cada fundo es un ítem que se refiere a la extensión que ha sido instalada en total en ese fundo (independientemente que aún se mantengan o no, o estén en producción o no); El área productora es aquella en la cual por lo menos ya se ha cosechado una vez; el área no productora es aquella que ya se ha instalado pero todavía no se ha cosechado (se encuentra en crecimiento vegetativo, primera campaña); el área en abandono es aquella que se ha dejado de cuidar (usualmente, se han suspendido los riegos), desde hace un buen tiempo (incluso área que fue volteada o donde se quitaron las coronas), o hace poco tiempo, pero con la intención de ya no dedicarse a esos lotes.

Como para efectos del presente estudio necesitamos resultados (rendimientos), lo adecuado es tomar como área a estudiar, al área productora; es decir 391,20 ha en Villacurí, corresponden al universo o población total.

Algo importante que merece mención es el hecho que muchos productores visitados pretenden instalar nuevas áreas de espárrago en el corto plazo (1993-1994), que sumadas son 330 ha, que significan un 62% de incremento del área esparraguera en el corto plazo.

Otro hecho, lamentable, es, que hasta el momento 93,0 ha de espárrago han sido abandonadas en la Pampa de Villacurí (con todo el costo que significa ello); más adelante se discute cada situación en particular, por el momento, cabe señalar que esta decisión tomada por los productores se hizo principalmente por razones económicas, lo que significa que el cultivo no rentó lo esperado. La cuestión es por que no les fue rentable a ellos y a otros si. A groso modo yo diría que factores como mal manejo del recurso agua (incluyendo ineficiente sistema), niveles deficientes en el abonamiento y fertilización, problemas vinculados al suelo, entre otros son las principales causas. Hay situaciones tan fuera de lo normal que determinan estos hechos. Por ejemplo algunos productores por descuido han estresado el cultivo dejándolo sin riego por más de 5 meses, u otros que creen que con 1 riego al mes es suficiente, como distanciamientos de plantación inadecuados, etc. Pero en el fondo todo parte del factor económico; lo que sucede muy a menudo es que no preven o no programan los gastos que serán necesarios en la campaña, entonces disponen de los ingresos de la cosecha, no

teniendo liquidez al momento oportuno de cada labor, lo que al final lleva irreparablemente al colapso.

CUADRO 5.1. : AREA ESPARRAGUERA

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	AREA TOTAL ESPARRAGOS	AREA PRO- DUCTORA	AREA NO PRODUCTORA	AREA EN ABANDONO	PROYEC- CIONES
01	25,0	8,0		17,0	
02	20,0	20,0			
03	18,0	18,0			6,0
04	10,0	10,0			
05	30,0	22,0	8,0		8,0
06	14,0	14,0			
07	36,7	36,7			
08	15,0	15,0			
09	58,0	18,0	40,0		
10	10,0	10,0			
11	5,0	5,0			
12	10,0	10,0			35,0
13	22,0	22,0			
14	15,0	4,0		11,0	
15	32,5	32,5			20,0
16	20,2	20,2			20,0
17	72,0	22,0		50,0	80,0
18	8,0	8,0			
19	12,0	12,0			20,0
20	8,8	8,8			
21	27,0	27,0			
22	15,0			15,0	
23	13,0	13,0			25,0
24	15,0	15,0			
OTROS	20,0	20,0	4,0		126,0
TOTAL	532,20	391,20	52,0	93,0	330,0

x	20,0	15,0	2,08	4,0	10,0
---	------	------	------	-----	------

CUADRO 5.1.: (CONTINUACION)

OBS	AREA TOTAL ESPARRAGOS	AREA PRODUCTORA	AREA NO PRODUCTORA	AREA EN ABANDONO	PROYEC- CIONES
25	86,0	86,0			6,0
26	15,0	15,0			
27	55,0	55,0			15,0
TOTAL	156,0	156,0			21,0
x	52,0	52,0			7,0

c) Ubicación en el tiempo

Para tener una idea de la edad de las plantaciones en cuestión se ha confeccionado el cuadro 5.2., en el que se consigna la fecha aproximada de instalación y su antigüedad en meses, al mes de marzo de 1992. (En los que fue posible, se considera el lote más antiguo del fundo)

Se aprecia que el cultivo no tiene muchos años en la zona, el lote más antiguo, tiene 71 meses de edad (6 años), tiempo en el que se han hecho 8 cosechas. Esta consideración es importante desde el punto de vista del ciclo de vida de la planta, ya que el espárrago tiene la característica de ir incrementando su rendimiento a medida que avanza en sus campañas. La mayoría (si es que no son todos), todavía se encuentran en ascenso (o en el pico), ya que no se ha observado descensos en la cantidad producida.

Lo ideal sería analizar el historial de lotes que hayan completado su ciclo de vida, pero la edad de las plantaciones no lo permite (aunque también sería muy difícil obtener la información).

Conscientes de esta limitación para hacer un análisis global en el tiempo, se trabaja individualizando las campañas. Este análisis arroja así, resultados valederos.

El período estudiado comprende desde mayo de 1987 hasta marzo de 1993.

CUADRO 5.2. : EDAD DE LAS PLANTACIONES

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	L O T E	M E S	A Ñ O	E D A D
01	LOTE 1	DICIEMBRE	1990	26
02	LOTE E-3	SETIEMBRE	1987	67
03	LOTE 1	NOVIEMBRE	1991	17
04	LOTE 1	JUNIO	1990	34
05	LOTE 3	JUNIO	1989	46
06	LOTE CASA BLANCA	SETIEMBRE	1989	43
07	LOTE FICA I y II	MAYO	1987	71
08	LOTE 7,8 y 9	ABRIL	1990	36
09	LOTE 1	JUNIO	1987	70
10	LOTE 1	JUNIO	1991	22
11	LOTE 1	ABRIL	1990	36
12	LOTE 1	MARZO	1991	25
13	LOTE 2	MAYO	1989	49
14	LOTE 1	ENERO	1989	51
15	LOTE 1	MAYO	1988	61
16	LOTE 1	FEBRERO	1988	62
17	LOTE 4	FEBRERO	1992	14
18	LOTE 1	NOVIEMBRE	1989	41
19	LOTE 3-4	SETIEMBRE	1990	30
20	LOTE 13	JULIO	1990	33
21	LOTE 3	SETIEMBRE	1988	55
22	LOTE 5	ENERO	1990	39
23	LOTE A	FEBRERO	1991	26
24	LOTE 1	NOVIEMBRE	1987	65

CUADRO 5.2.: (CONTINUACION)

25	LOTE 1A	FEBRERO	1990	37
26	LOTE 7A	SETIEMBRE	1989	42
27	LOTE 10	MARZO	1990	36

5.1.2. DE LOS FUNDOS ESPARRAGUEROS

La extensión de los fundos visitados varía bastante entre observaciones, siendo por lo general grandes (98 ha en promedio), habiendo alguno de hasta 200 ha. El cultivo de espárrago en éstos se distribuye en lotes (los cuales para el estudio son la unidades mínimas de producción), y estos varían también en tamaño, entre fundos y también en el mismo fundo. Hay lotes desde 1 ha hasta 10 ha, siendo los lotes de espárrago entre 5 y 8 ha los más comunes en la Pampa de Villacurí. (Cuadro 5.3.)

Muchos fundos tienen otros cultivos aparte del espárrago, es más, en 6 de los 24 encuestados, el espárrago no es el principal cultivo. Cultivos como Olivo, Vid, Pallar, algodón y alfalfa son frecuentes. De los fundos en el que el espárrago es el cultivo principal, muchos no tienen prácticamente cultivos alternativos. (cuadro 5.5.)

CUADRO 5.3.: AREA TOTAL Y AREA ESPARRAGUERA POR FUNDOS

"Análisis de los factores de producción en el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBS	AREA TOTAL	No LOTE	ha LOTE	ha TOT. ESPARRAGO	% AREA CULTIVADA	OTROS CULT.	ESP. PPAL
01	130,00	1 2 3	8,0 7,0 10,0	25,0	19	NO	SI
02	180,00	E1 E2 E3 E6 BC	3,5 3,5 3,5 3,5 6,0	20,0	33	JOJO- BA VID	NO
03	91,00	1 2 3 4 5	5,0 4,0 2,5 3,5 3,0	18,0	20	NO	SI
04	130,00	1 2 3 4	3,0 3,0 2,0 2,0	10,0	23	VID HIGO	SI
05	107,00	1-6 7 8 9 10 11	17,0 2,0 4,0 3,0 2,0	30,0	37	ZAPA- LLO TOMA- TE	SI

			2,0				
06	18,00	CB OL HU	4,0 8,0 2,0	14,0	78,0	NO	SI
07	60,00	F.12 OLI GRA F.3 PAC	8,0 8,0 8,0 8,0 4,7	36,7	75,0	NO	SI
08	60,00	5 789	5,0 10,0	15,0	42,0	ALFAL FA	SI
09	103,00	1 5 6 8-10	6,0 6,0 6,0 50,0	58,0	56	NO	SI
10	84,00	1	10,0	10,0	12	NO	SI
11	90,00	1	5,0	5,0	33	OLIVO	NO
12	45,00	1	10,0	10,0	89	MELON TOMA- TE	NO
13	90,00	1 2	12,0 10,0	22,0	24	NO	SI
14	45,00	1 2	11,0 4,0	15,0	44	FLO- RES	SI
15	110,00	E-1 E-2 E-3	12,5 14,4 5,6	32,5	55	ZAPA- LLO MELON	SI
16	100,00	1 2 3	5,6 5,6 9,0	20,2	40	NO	SI
17	200,00	4 5 6 - ANT.	2,2 3,0 1,0 15,8 50,0	72,0	50	VID	SI
18	95,00	1 2	5,0 3,0	8,0	21	PA- LLAR	SI
19	140,00	1 2 3-4	2,0 3,0 7,0	12,0	21	VID	SI
20	110,00	1-2	4,0	8,8	27	TOM.	NO

		3-4 5	3,2 1,6			MEL. PIM.	
21	117,00	1 234 5-6	4,0 14,5 8,5	27,0	26	NO	SI
22	150,00	1-15	15,0	15,0	33	PIM.	NO
23	50,00	1-2 3-4 A	2,5 2,5 8,0	13,0	40	NO	SI
24	48,00	123 4 567	8,0 1,8 5,2	15,0	63	VID	NO
x	98,04			21,34	40,04		

CUADRO 5.3. (CONTINUACION)

25	140,00	1-11	86,0	86,0	71	SI	SI
26	60,00	1-9	15,0	15,0	85	SI	NO
27	76,00	0-12	55,0	55,0	79	SI	SI
x	92,0			52,0	78,47		

Analizando el porcentaje del área cultivada respecto a la extensión total por fundo, encontramos que ésta varía considerablemente entre observaciones. Hay fundos que sólo cultivan el 12% de su área, mientras otros aprovechan casi el 90%, siendo en promedio 40% del área la cultivada. Por lo tanto algo común a encontrar en todos los fundos es que ninguno de ellos aprovecha toda su área, y ello determina variablemente mayor o menor extensión de tierra eriaz, muchas veces tierras nunca antes cultivadas, siendo el principal factor limitante para que esto suceda la escasa disponibilidad de agua (o su alto costo), tanto así que en algunos fundos hay cultivos que han sido abandonados (dejados de regar) antes de finalizar la campaña (el espárrago no es ajeno a esta situación). Lo peculiar en los fundos es un área verde cercana del o los pozos, rodeada por una extensión de tierra no aprovechada.

Para el caso del Valle de Ica, en los fundos visitados, se puede afirmar también que estos son grandes en extensión, aunque los lotes son de más variable tamaño (de 0,50 a 13 ha) y que dos de los tres fundos diversifican cultivos en el fundo, aunque para los tres fundos el espárrago es muy importante (si no el principal).

La principal diferencia entre los fundos de Ica con los fundos de la Pampa de Villacurí radica en que los de Ica tienen mayor porcentaje de área aprovechada. La explicación es sencilla: primero, la mejor calidad de suelos (no hay tanto problema de salinidad); y segundo el menor costo (o disponibilidad) del agua, por que aprovechan aguas de avenida, por épocas, y además cuentan con sistema electrificado de bombeo.

Para el normal desarrollo de la actividad agrícola en los fundos, éstos cuentan con infraestructura básica y maquinaria, constituidos por las viviendas del personal obrero (o en algunos casos para Ingenieros o propietarios), las oficinas y/o almacenes de insumos agrícolas, la instalación de uno o más pozos, los canales de conducción del agua, la instalación de sistemas de riego tecnificado, el o los tractores utilizados en el cultivo, y sus implementos, etc. La diferencias al respecto son evidentes entre fundos. Para observar estas diferencias, que, de hecho, influyen en la mejor o peor conducción del cultivo, se ha construido el cuadro 5.6. en el que se califica ordenadamente esta serie de factores por fundos.

Una vivienda y/o almacenes (o construcciones en general) deficientes serán aquellas que realmente no ofrezcan las mínimas condiciones para poder realizar las labores en forma adecuada, convirtiéndose en un factor detrimento a nuestro criterio. Serán regulares aquellas que puede que no sean una incomodidad, pero tampoco son una ayuda. Finalmente, llamamos construcciones buenas a las que representan un apoyo por la facilidad que prestan tanto en comodidad como vivienda como practicidad en cuanto a oficinas y almacenes. Esta calificación es subjetiva, tomada de la observación en las visitas.

La calificación de tractor bueno, malo y regular de los tractores, es también una calificación subjetiva, basada en la operatividad y estado a simple vista de estos. Esta forma de calificar es similar que para la maquinaria a infraestructura de los pozos.

Como muestra el cuadro 5.4, podemos afirmar que la infraestructura (viviendas, oficinas y almacenes) no son adecuadas, es más, en muchos casos están lejos de serlo. Y el por que de esto es de difícil explicación. Tal vez una razón podría venir del hecho que son pocos los propietarios que eventualmente pernoctan en el fundo, y menos aún, sólo un propietario reside permanentemente en el fundo. Igualmente, no es común que los Ingenieros o Administradores de los diferentes fundos vivan en los mismos fundos. Esto al parecer ha llevado al descuido en el mejoramiento de las condiciones de vida. Sólo unos pocos fundos, coincidentemente, los que tienen mejores resultados con el cultivo, son los que se preocupan de mejorar estas condiciones.

Casi todos los fundos esparragueros en Villacurí (a excepción de 4 fundos), cuentan con por lo menos un tractor, y la mayoría de estos observados se encuentran en buen estado y funcionalmente operativos. Los pozos también en general se encuentran en buen estado (aunque no el óptimo), y es que los productores tratan de mantenerlos así, por que están conscientes que es el eje de la actividad. Una paralización del pozo en un fundo es uno de los problemas más graves y costosos.

Una gran diferencia existente entre fundos es el sistema de riego utilizado, lo que determina diferente eficiencia de uso del agua. Gran parte de los agricultores de espárrago han adoptado ya sistemas de riego tecnificado (goteo, aspersión), aunque la mayoría continua todavía con el sistema de riego tradicional por gravedad. La diferencia de gasto de agua (aunque todavía no se puede afirmar lo mismo respecto a los resultados) es considerable.

Una cuestión planteada a los mismos productores en el campo fue acerca de cuál o cuáles son los factores que a su parecer limitan más al cultivo en las condiciones particulares de cada fundo. Al respecto, la mayoría coincide en afirmar que el principal limitante para el espárrago es factor agua,

principalmente por su alto costo de bombeo, sumado a las exigencias hídricas de la planta y a los suelos poco retentivos. En segundo lugar, los suelos son mencionados como limitantes por el excesivo contenido de sales, aunque ambos factores están muy relacionados a la disponibilidad de capital, y muchos productores lo piensan así, no siempre es posible solucionar estos problemas sólo con mayores inversiones. El desconocimiento de niveles y prácticas adecuadas de abonamiento y fertilización se convierte también en otro limitante; la disponibilidad de estos insumos (abonos y fertilizantes) puede en algunas épocas retrasar el normal desarrollo del cultivo. Finalmente algunos consideran que el clima puede ser el principal limitante del cultivo en la zona, tanto por calor o por frío, sobretodo en cosecha. Al respecto, se puede decir que no es muy importante ya que depende mucho de la programación del cultivo en el fundo, factor este que puede estar teniendo deficiencias.

Las diferencias con respecto a los fundos del Valle de Ica, son indudablemente grandes. En estos fundos la infraestructura es definitivamente superior, tratándose de fundos ya trabajados hace muchos años. Igualmente, los tractores y pozos utilizados son de superior calidad y se encuentran en mejor estado. La principal diferencia es que los pozos acá son accionados con bombas eléctricas, y eventualmente usan agua de avenida, por lo que el costo de este factor es mucho menor que en el anterior caso.

CUADRO 5.4.: CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE LOS FUNDOS

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	INFRAES- TRUCTURA	TRACTORES No. Estado	POZOS No. Estado	SISTEMA RIEGO	FACTOR LIMITANTE
01	deficiente	1 regular	1 regular	Gr	Agua-Capital
02	buena	2 buenos	1 bueno	Gr/Go	Agua-Capital
03	regular	0	1 regular	Gr	Agua-Nutric.
04	buena	2 regular	2 buenos	Gr	Capital
05	regular	1 bueno	1 regular	Gr	Nutrición
06	deficiente	0	1 regular	Gr	Clima
07	buena	1 bueno	1 bueno	Gr	Capital
08	buena	1 bueno	1 bueno	Gr	Capital
09	regular	2 buenos	2 regular	Gr	Nutri-Capitl
10	regular	0	1 bueno	Go	Agua-Suelo
11	regular	1 bueno	1 regular	Gr	Agua-Capital
12	deficiente	1 bueno	1 bueno	Gr	Agua
13	deficiente	1 regular	1 regular	Gr	Agua-Tecnol.
14	buena	0	1 bueno	Go	Agua
15	buena	1 bueno	1 bueno	Go	Clima
16	buena	1 bueno	1 bueno	Go	Clima
17	buena	2 buenos	1 bueno	Go	Agua
18	deficiente	1 malo	1 regular	Gr	Agua-Nutric.
19	buena	1 bueno	1 regular	Gr	Agua-Nutric.
20	buena	1 bueno	1 bueno	Go/As	Agua-Nutric.
21	deficiente	1 bueno	1 regular	Gr	Suelo
22	buena	1 bueno	1 bueno	Go	Dis. Insumos
23	buena	0	1 bueno	Go	Clima
24	buena	2 regular	2 regular	Gr/Go/A	Agua

CUADRO 5.4.: (Continuación)

25	buena	4 bueno	3 buenos	Gr	Suelo
26	buena	2 bueno	1 regular	Gr	Agua
27	Buena	2 bueno	2 bueno	Gr	Agua

El cuadro 5.5. muestra otro aspecto importante de los fundos, el personal trabajador de estos.

El personal estable se conforma principalmente por los Ingenieros de campo, personal administrativo, el capataz o mayordomo y algunos obreros de campo. Los eventuales son aquellos que se contratan principalmente en las épocas de cosecha.

Gran parte de los trabajadores en la Pampa de Villacurí es inmigrante de la Sierra de Ica y de Ayacucho. El resto de trabajadores proviene de los alrededores de Ica.

En el cuadro 5.5. observamos que hay mucha variación entre la relación de número de trabajadores entre fundos, dependiendo este número del área esparraguera, el número de cosecha (edad de la plantación) y producción. Se nota una suerte de movimientos de masas de gente según las labores, por los fundos, aunque en los fundos esparragueros de mayor tecnología se ha superado en parte esta situación, debido a la programación de labores, habiendo observaciones donde el cambio de numero de trabajadores es casi estable a lo largo del año.

CUADRO 5.5.: NUMERO DE TRABAJADORES POR FUNDO

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	PERSONAL ESTABLE	EVENTUAL MAXIMO	EVENTUAL MINIMO	PROMEDIO	TOTAL
01	1	6	2	4	5
02	11	40	10	25	36
03	7	7	3	5	12
04	10	20	4	12	22
05	5	30	20	25	30
06	1	7	3	5	6
07	25	28	22	25	50
08	13	14	10	12	25
09	8	10	4	7	15
10	2	10	1	5,5	25,5
11	5	25	0	12,5	17,5
12	2	10	1	5,5	7,5
13	8	30	4	17	25
14	2	8	0	4	6
15	20	100	10	55	75
16	7	50	10	30	37
17	16	8	0	4	20
18	3	11	1	6	9
19	12	60	2	31	43
20	11	40	3	21,5	32,5
21	12	80	0	40	52
22	5	40	1	20,5	25,5
23	5	50	2	21	26
24	10	40	0	20	30
25	19	10	150	80	99
26	8	5	35	20	28

27	20	10	60	35	55
----	----	----	----	----	----

5.1.3. EL FACTOR AGUA

El único recurso con que cuenta el área cultivada de la Pampa de Villacurí para el desarrollo de su agricultura es el representado por el agua subterránea.

Este recurso, es definitivamente, el más importante en el desarrollo de la zona; tanto a nivel de zona productora como a nivel de fundo esparaguero. La programación de los cultivos gira alrededor de este recurso y su disponibilidad.

a) Disponibilidad de agua en la Pampa de Villacurí

El estudio de Soldi y Chávez (1962) indicaba que el acuífero de Villacurí empezaba a ser regularmente explotado con el bombeo de aguas subterráneas. Estimaban factible explotar de 12 a 14 mil hectáreas con este recurso, aunque para esa época el régimen y capacidad de almacenamiento del acuífero eran poco conocidas.

TAHAL Consulting Engineers hace un estudio mucho más detallado, publicado en 1969. Y es, éste el que aún tiene vigencia como referencia para nuevas investigaciones al respecto.

En este estudio se definen las características hidrogeológicas del acuífero, su uso en ese entonces y su posible potencial, que se detallan a continuación.

La parte explotada del acuífero en la Pampa de Villacurí abarca un área de cerca de 100 km², extendiéndose entre los kilómetros 264 y 285 de la Carretera Panamericana Sur.

El espesor del aluvial en la Pampa de Villacurí decrece de 175 m en el Este a menos de 25 m en el Oeste. Los 125 m de espesor del acuífero saturado en el sector Este, que se reduce a menos de 25 m en el Oeste, incluyen también los mantos arcillosos antes mencionados. Debido al substrato poco profundo y a la barrera del terciario en la parte occidental de la Pampa de Villacurí, la tabla de agua aflora, creando pantanos. En el Este y Nor-Este de la región explotada, la profundidad a la tabla de agua subterránea es de 30 a 35 m; en el Norte es de 10 a 25 y, en el centro, Sur y Oeste de la región, la profundidad es sólo de 1 a 5 m.

En la parte oriental del área cultivada, a una distancia de 44 km del Océano, el nivel de agua subterránea es de 365 a 370 m.s.n.m. En el borde Oeste-Noroeste del área cultivada, a una distancia de 26 km del Océano, la elevación de la tabla de agua es de + 270 m, unos 13 km más allá, en la dirección Oeste -Noroeste, en las Pampas de Lanchas y a una distancia de 13 km del Océano, la elevación del agua es de + 100 m. A una distancia de 54 km del Océano, o 10 km hacia el Este-Noroeste de la margen oriental del área cultivada, la tabla de agua está a una elevación de + 395 m.

La dirección del flujo del agua subterránea es claramente de Este-Sureste a Oeste-Noreste. El agua subterránea fluye del valle de Ica a la Pampa de Villacurí, de donde continúa a la parte sur de las Pampas de Lanchas y de allí al Océano.

En el año 1968, la International Engineering Company, hace un primer balance de la disponibilidad y uso de agua para ese entonces, de la siguiente manera: (MMC = Millones de Metros Cúbicos)

Recarga del acuífero anualmente (MMC)	104
- Río Ica	100
- Río Seco	4

Salida desde el acuífero (MMC)	104
- Bombeo anual	34
- Pérdidas por ET	10
- Flujo fuera del acuífero	60

Balance = 0

Posteriormente TAHAL plantea otro:

La cantidad de agua subterránea que fluye a través de los 11 km de ancho del acuífero, cerca de la curva de nivel de agua + 360 m, la que representa el límite oriental del área cultivada en la zona, es de 53 MMC al año. A su vez, la cantidad de agua subterránea que fluye al nivel + 330 m, es 39 MMC al año. Entre estas dos secciones se bombea anualmente 18 MMC. El balance era entonces:

Carga de agua subterránea	53 MMC
Bombeo de agua subterránea	18 MMC
	35 MMC
Agua de retorno de riego	6 MMC
Descarga de agua subterránea	41 MMC

La cantidad de agua subterránea que fluye hacia afuera a través de la sección de 11 km de ancho del acuífero en el límite occidental es de 12 MMC al año. Entre esta sección y la sección de la curva de nivel + 330 m, el bombeo es de 40 MMC al año. El balance era entonces:

Carga de agua subterránea	39 MMC
Bombeo de agua subterránea	40 MMC
	- 1 MMC
Agua de retorno de riego	13 MMC
Descarga de agua subterránea	12 MMC

La descarga de 12 MMC al año pasa a través del relleno aluvial en pequeña proporción y posiblemente a través de las fracturas, en el gran obstáculo de la formación de Pisco en el área de Pozo Santo, alcanzando la margen Sur-occidental de la Pampa de Lanchas.

1986	INADE	264
1992	INADE	338

Estos muestran clara tendencia de incremento de explotación del agua subterránea, sobretodo en los últimos años.

Según la encuesta, sólo 2 fundos mencionan haber tenido problemas de "escasez" de agua, por disminución del nivel freático, problema, que sin embargo, solucionaron con el aumento de tuberías en profundidad. Entonces se puede concluir que no existen problemas serios de "secado" de pozos, pero los estudios indican que en cualquier momento podría presentarse.

Las alternativas de solución planteadas hasta el momento van desde la adecuada programación de cultivos (incrementando los de menor requerimiento de agua, y disminuyendo los más exigentes), o la utilización más eficiente de este recurso (mediante la utilización masiva de sistemas de riego tecnificado), hasta la derivación de Ríos cercanos como el Pisco o Lanchas.

Los pozos de los fundos esparragueros estudiados constan en el cuadro No 5.6 (gráfico 5.2.), con su respectivo código al último censo.

Para estudiar la disponibilidad de agua a nivel de fundo, el parámetro considerado es el costo de bombeo en cada fundo (o pozo), ya que este varía entre las diferentes observaciones. El sistema de riego utilizado, se discute en el capítulo de riegos; acá se considera el costo que resulta aplicar determinado volumen de agua a la plantación, independientemente del sistema. Los pozos o fundos con riego tecnificado, están entonces considerados implícitamente, ya que su costo será más bajo.

Todos los pozos de los fundos visitados trabajan con energía proveniente de la combustión de petróleo, habiendo una relación entre el volumen bombeado y los galones de petróleo gastados; y como el consumo de petróleo por unidad de tiempo es un dato directo proporcionado por los agricultores (manejado diariamente), se decide que la relación metros cúbicos bombeados o regados/galón de petróleo consumido, tiene buenos efectos para el estudio.

Como se puede observar en el cuadro 5.6, la variable costo de agua varía entre fundos, inclusive entre pozos dentro del mismo fundo. El porque de estas diferencias podría ser explicado en parte por los índices particulares de cada pozo, como nivel estático y dinámico, pero principalmente por los equipos e instalaciones con que cuenta cada uno de los pozos. Los equipos como motor diesel, bomba, cardan, etc., las instalaciones como tubería, profundidad de la toma, canales revestidos, etc. y el mantenimiento que son objeto, determinarán gran parte de la eficiencia.

Es concebible pensar, que si hay algún pozo que rinde 244,80 m³/hora de bombeo, utilizando sólo 2,75 galones de petróleo por hora, muchos otros podrían siquiera asemejarse, si se incrementa la eficiencia de bombeo.

Una de las principales diferencias entre los fundos de la Pampa de Villacurí, y los del Valle de Ica, es el costo de este factor, debido principalmente a 2 aspectos: en el Valle, tienen la posibilidad de regar con aguas de avenida en algunos meses del año y además usan electrobombas, por que cuentan con electrificación.

Esto determina que la disponibilidad de este recurso sea mucho mayor en la zona de Valle.

La reciente puesta en marcha del proyecto de electrificación de la Pampa de Villacurí (abandonado por muchos años), constituye, por lo tanto, una gran alternativa de desarrollo agrícola de la zona.

En general se puede afirmar, que el costo del agua para los productores esparragueros de la Pampa de Villacurí, resulta sumamente alto, constituyendo el principal factor limitante por esta razón. Las alternativas para mejorar esta situación en cada unidad particular, estarán referidas básicamente a: mejoramiento de la eficiencia de bombeo (equipos e instalaciones), utilización de riegos tecnificados, y manejo más racional de este recurso, mediante labores adecuadas concordantes, como utilización de enmiendas orgánicas para incrementar la retentividad del suelo, adecuada nivelación del terreno, etc.

CUADRO 5.6.: COSTO DEL AGUA POR FUNDOS

"Análisis de los factores de producción en el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí"

Ob	No Pozo	M3/Hr	Galones/Hr	COSTO: M3/Galón
01	PV-89	169,34	3,50	48,38
02	PV-269	234,00	4,70	49,79
03	PV-83	162,00	3,50	46,29
04	PV-84	198,72	3,75	52,99
05	PV-99	213,44	4,50	47,43
06	---	120,63	2,50	48,25
07	PV-27	169,34	3,75	45,16
08	PV-21	126,00	2,60	48,46
09	PV-82	210,60	4,50	46,80
10	PV-24	96,00	2,00	48,00
11	PV-28	185,40	4,50	41,20
12	PV-338	244,80	2,75	89,02
13	PV-141	126,00	3,00	84,00
14	PV-142	198,00	5,00	39,60
15	PV-241	162,00	4,50	36,00
16	PV-240	108,00	3,00	36,00
17	PV-261	169,20	2,60	65,08
18	PV-37	219,13	3,10	70,69
19	PV-31	90,72	1,90	47,75
20	PV-254	147,60	3,50	42,17
21	PV-146	149,06	2,50	59,60
22	PV-143	126,00	3,00	42,13
23	PV-51	100,80	3,00	33,60
24	PV-100	129,64	3,00	43,21
25		234,00	ELECTRICO	
26		270,00	ELECTRICO	
27		135,00	2,80	

b) La calidad del agua

En el estudio de TAHAL, tomaron 37 muestras de agua de los diferentes pozos de la zona; con los resultados de los análisis de éstas, concluyeron:

En el lado oriental del acuífero explotado, el valor del total de sólidos disueltos (TSD) es menor de 500 ppm y el contenido de cloruros es menor de 100 ppm. Una "lengua" de 4 a km de ancho y 12 km de largo, en la cual el TSD es de 250 a 1 000 ppm y el contenido de cloruros de 100 a 300 ppm, se extiende del límite oriental en dirección al Nor-Oeste. Al Nor-Este de ésta, se encontraron grandes valores de TSD, de 4 000 a 10 000 ppm y un contenido de cloruros de 2 000 a 5 000. La faja altamente salina, de 2 km de ancho y 6 km de largo, continúa hacia el Oeste con un valor de TSD de 2 800 a 3 800 ppm y con más de 2 000 ppm de cloruros. Al Norte de esta faja, se encontró terrenos de agua fresca (con valores de TSD de 250 a 1 500 ppm y contenido de cloruros de 100 a 400 ppm). En el Oeste y Sur-Oeste, el TSD es de 1 500 a 3 000 ppm y el contenido de cloruros es mayor de 500 ppm. La relación de adsorción de sodio (SAR), en el sector principal de la Pampa, es menor que el límite aceptado de 10.

Se determinaron valores de pH de 7 a 8. La temperatura del agua subterránea varía entre 26 gC y 29,5 gC, creciendo del Sur y Sur-Este al Norte y Nor-Oeste. No hay una interrelación definida entre la temperatura y el contenido de sales. El contenido de boro fue menor al límite permisible de 0,30 ppm, en la mayoría de los casos, salvo zonas muy salinas donde fue de 0,40 hasta inclusive 1,35.

Según el estudio de la D.G.A. Ministerio de Agricultura (1974), las aguas de la Pampa de Villacurí tienen una salinidad primaria de más de 50%. En los pozos situados aguas arriba, ni la salinidad ni la alcalinidad llegan al 50%. Se infiere la existencia de una fuente de salinización en la dirección de la corriente. En la parte occidental de la Pampa, por ser la napa poco profunda, está sujeta a gran evaporación, debido también a la barrera de la formación de Pisco que obstruye la salida del agua hacia el Oeste y crea mas bien pantanos; esto trae como consecuencia una fuente de salinización en dirección de la corriente, y un elevado contenido salino en una napa de más de 40 km².

El cuadro 5.7. (gráfico 5.3.) pretende poner en evidencia las diferentes calidades de agua con las que se trabaja en los fundos visitados en Villacurí, según los resultados de análisis del agua de los pozos de estos fundos. La clasificación presentada se encuentra en base al contenido de sales y de sodio, según la clasificación de aguas del laboratorio de salinidad de los EE.UU. de Norteamérica. Se toma esta clasificación por que muchos datos fueron tomados de estudios básicos anteriores, y la información se encuentra así clasificada.

Es pertinente definir a continuación los niveles en los cuales se sustenta esta clasificación:

CUADRO 5.7: CALIDAD DEL AGUA DE LOS POZOS DE LOS FUNDOS

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	No POZO	CLASIFIC.	CLASIF. CODIFICADA	FUENTE
01	PV-89	C4S2	REGULAR: 2	TAHAL
02	PV-269	C3S1	BUENA: 3	INADE
03	PV-83	C6S4	MALA: 1	TAHAL
04	PV-84	C2S1	BUENA: 3	TAHAL
	PV-85	C6S2	MALA: 1	TAHAL
05	PV-99	C3S1	BUENA: 3	INADE
06	---	C3S1	BUENA: 3	ENCUESTA
07	PV-27	C4S1	REGULAR: 2	INADE
08	PV-21	C3S1	BUENA: 3	INADE
09	PV-81	C4S2	REGULAR: 2	TAHAL
	PV-82	C3S1	BUENA: 3	INADE
10	PV-24	C6S2	MALA: 1	TAHAL
11	PV-28	C6S1	MALA: 1	INADE
12	PV-338	C3S1	BUENA: 3	INADE
13	PV-141	C2S1	BUENA: 3	INADE
14	PV-142	C3S1	BUENA: 3	ENCUESTA
15	PV-241	C3S1	BUENA: 3	INADE
16	PV-240	C2S1	BUENA: 3	ENCUESTA
17	PV-261	C3S1	BUENA: 3	ENCUESTA
18	PV-37	C5S3	MALA: 1	INADE
19	PV-31	C5S3	MALA: 1	TAHAL
20	PV-254	C3S1	BUENA: 3	ENCUESTA
21	PV-146	C5S3	MALA: 1	ENCUESTA
22	PV-143	C2S1	BUENA: 3	INADE
23	PV-51	C2S1	BUENA: 3	INADE
24	PV-100	C3S2	BUENA: 3	ENCUESTA

A. Según el contenido de Sales:

- C1.** Salinidad baja (0,00-0,25 mmhos)
Buena para riego de diferentes cultivos. Sólo problema de salinización de suelos muy permeables de difícil drenaje interno.
- C2.** Salinidad moderada (0,25-0,75 mmhos)
De calidad buena para cultivos que se adaptan o toleran moderadamente la sal. Peligro para plantas muy sensibles y suelos impermeables.
- C3.** Salinidad media y alta (0,75-2,25 mmhos)

El suelo debe tener buena permeabilidad. El cultivo seleccionado puede ser tolerante a la sal.

- C4** Salinidad alta (2,25-4,00 mmhos)

Sólo para plantas tolerantes y suelos permeables y donde pueden ser necesarios lavados especiales para remover sales.

- C5** Salinidad muy alta (4,00-6,00)
Sólo para plantas muy tolerantes, suelos muy permeables y donde se puedan aplicar lavados frecuentes para remover el exceso de sales.
- C6** Salinidad excesiva (> 6,00 mmhos)
Nunca debe utilizarse para riego

B. Según el contenido de Sodio

- S1** Sin peligro Poco sódica.
- S2** Medio sódica.
Peligro en suelos de y textura fina o arcillosa con alta capacidad de cambio, especialmente si la permeabilidad es baja, a menos que el suelo contenga yeso. Puede utilizarse en suelos de textura gruesa entre la arenosa y franca u orgánica, con permeabilidad adecuada
- S3** Muy Sódica.
Peligro en suelos sin yeso. Requiere de buen drenaje, adición de materia orgánica y eventualmente enmiendas químicas como yeso o azufre, que no son efectivos si las aguas son de salinidad alta (C4)
- S4** Excesivamente Sódica.
No sirven generalmente para riego. Sólo cuando la salinidad es baja o media y donde la solución del calcio en el suelo o el uso de yeso u otras enmiendas pueda hacer factible el uso de estas aguas.

En cuanto a la clasificación codificada, se usan como principales parámetros, los de salinidad y sodio, complementados con las observaciones del mismo productor. Estos valores codificados son importantes para poder clasificar de manera fácil jerárquicamente las aguas, y para poderlas contemplar en el modelo de función de producción.

En la encuesta cuando se preguntó, si es que habían notado alguna relación evidente entre la calidad del agua con afecciones al cultivo, sólo 4 productores mencionaron que si, pero que no eran daños de consideración en plantas desarrolladas, lo que si afirmaron, sucede para plantas de almácigo; y es que se han dado casos que al segundo o tercer riego, luego de sembrado el almácigo, la salinidad excesiva del agua, mató completamente a las plántulas. En el caso de plantaciones ya establecidas, han notado quemaduras de brotes tiernos, pero en general no consideran una cuestión de suma importancia, aunque si podría serlo.

La mayoría de las aguas de los pozos están dentro de los límites de agua de regadío, aunque tienen un nivel de salinidad y sodicidad, que en parte se disimula con la tolerancia del cultivo.

La ventaja es que no hay en estos fundos Boro ni carbonato de sodio residual (CSR).

5.1.4. EL FACTOR SUELO

Según ONERN, la Pampa de Villacurí, presenta dos sectores bien definidos de acuerdo con su potencial de suelos aprovechables. El sector Norte presenta relieve ondulado a monticulado, con presencia de médanos y dunas abundantes que llegan a alcanzar alturas considerables. Los suelos son de origen eólico, siendo su textura gruesa (arena), de profundidad variable y grado de fertilidad nulo. En realidad se trata de un área que no posee potencialidad agropecuaria. Hacia las partes central y Sur-oriental de la Pampa, ha sido determinada el área con mejor potencialidad de suelos para uso agropecuario, cuya extensión total es de 15 000 ha. Aquí, los suelos son de origen eólico pero con evidencias de deposiciones aluviales de limo que han mejorado notablemente su textura. En general, los suelos presentan un relieve plano, buena profundidad textura gruesa a moderadamente gruesa y fertilidad baja a moderadamente baja.

RODRÍGUEZ afirma que en los suelos de la Pampa de Villacurí el material parental tiene absoluta predominancia en las características morfológicas, físicas y químicas sobre los demás factores pedogenéticos. Desde el punto de vista pedológico, estos son suelos muy jóvenes, de un desarrollo pedogenético mínimo debido a la acción restringida de los factores aditivos de formación. En la clasificación de la séptima aproximación corresponden a Arisoles y Entisoles; según la Capacidad de Uso son de clases III y IV. Son en su mayoría suelos muy pobres en contenido de materia orgánica (o nulos) y de muy bajo contenido de

elementos mayores, a excepción del potasio (N: 0,005%, P2O5: 6 Kg/ha, y K2O: 600 Kg/ha). Los suelos en general no presentan desarrollo estructural.

El estudio hecho por el Ministerio de Agricultura (Dirección General de Aguas) es más detallado y más profundo y es el que se toma como mayor referencia base del presente trabajo. En esta investigación distinguen dos Series de suelos bien definidas en la Pampa de Villacurí:

a) Serie **VILLACURI (VLL)**. Son suelos de origen eólico y corresponden a los regosoles éutricos desérticos. Son suelos profundos con drenaje algo excesivo, de color generalmente gris claro en seco y pardo oliváceo en húmedo, grano simple, de textura suelta, y la diferencia entre sus horizontes no es clara. Pendiente a nivel o casi a nivel, de 0-2%, relieve planos, libres de pedregosidad superficial.

Un perfil típico se caracteriza como sigue:

Horizonte	Profundidad (cm)	
C1	0-30	Arena (A) media a fina; pardo claro (10YR6/3) en seco y pardo amarillento (2.5Y4/4) en húmedo; grano simple; consistencia suelta en seco; pH 7,3; calacáreo.
C2	30-60	Arena (A) media a fina; pardo claro (10YR6/3) en seco y pardo amarillento (10YR5/4) en húmedo; grano simple suelto; pH 7,8; calcáreos.

Características del perfil. Los suelos de esta serie presentan un perfil uniforme de textura arena (A), salvo casos aislados de campos cultivados en la que se encuentra arena franca (AF) en el primer estrato, estructura grano simple, consistencia suelta; color pardo claro (10YR6/3) en seco y pardo amarillento (2.5Y4/4) en húmedo. En su perfil, se encuentra abundante material calcárea, llegando en algunos casos a formar capas duras (caliche).

Características del medio. Estos suelos se encuentra distribuidos en la llanura eólica al Noroeste del Valle y reciben una precipitación total anual de 0 a 1 mm, con temperatura que varía de 25 a 28 gC en verano y de 17 a 20 gC en invierno. Estos suelos cubren una extensión de 4 539,40 ha en la Pampa de Villlacurí.

Características Físico - Químicas. Son suelos que presentan un perfil de textura gruesa, con permeabilidad rápida. La reacción es ligera a moderadamente alcalina. Las sales se encuentran afectando el mayor porcentaje de su área (96,50%), habiéndose observado éstos en condiciones salinas (39,50%) y salino sódicos (57,00%). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es muy

baja, e igualmente se puede decir de la dotación de materia orgánica. El calcáreo se encuentra en cantidades variables de bajas a altas. La disponibilidad de nutrientes con respecto al fósforo y potasio disponible se presentan en niveles bajos. Raras veces el potasio llega a niveles medios y altos. Los suelos de esta serie presentan una fertilidad natural muy baja y la posibilidad para un buen desarrollo agrícola es bastante limitada.

b) Serie **POZO SANTO (PS)**. Estos suelos pertenecen a los Regosoles éutricos desérticos; tienen origen eólico-aluvial y se caracterizan por el drenaje algo excesivo; de color gris claro en seco y pardo grisáceo oscuro en húmedo. Pendiente a nivel de 0 - 2 %, relieve planos, libres de pedregosidad superficial.

Un perfil típico se describe como:

Horizonte	Profundidad (cm)	
C1	0-50	Arena (A) media; gris claro (2.5 Y 7/2) en seco y pardo amarillento (2.5 Y 4/4) en húmedo; masivo; ligeramente duro; pH 7,5; calcáreo.
C2	50-100	Arena (A) fina; gris claro (2.5 Y 7/2) en seco y pardo amarillento (2.5 Y 4/4) en húmedo; estructura grano simple; consistencia suave; pH 8,2; calcáreo.
C3	100-160	Arena (A) media a fina; gris claro (2.5 Y 7/2) en seco y pardo amarillento (2.5 y 4/4) en húmedo; estructura grano simple; consistencia suave; pH 8,0; calcáreo.

Características de Perfil. Los suelos de esta serie son de perfil uniforme y con textura arena (A), a excepción de unos pocos que presentan textura arena franca (AF); en el primer estrato (C1), masivo, ligeramente duro; en el segundo estrato (C2), poseen estructura en grano simple a masiva debido a la presencia de sales, y suelta para el resto del perfil; el color que predomina en todo el perfil es gris claro (2.5 Y 7/2) en seco y pardo amarillento (2.5 Y 4/4) en húmedo. Es característica de estos suelos encontrar en sus perfiles capas delgadas (menos de 5 cm) de franco limoso (FL) distribuidas paralelamente.

Características del medio. Son suelos que están en la llanura eólica (Noroeste de Ica); son desérticos y reciben escasa precipitación total anual, generalmente entre 0 a 1 mm, sometidos a temperaturas que van de 25 a 28 gC en verano y de 17 a 20 gC en invierno. Son suelos típicos de la Pampa de Villacurí, agrupados cerca del Río Seco, ocupando una extensión de 4 336,20 ha.

Características Físico - Químicas. Son suelos con un perfil de textura gruesa presentando lentes o capitas de limo, de permeabilidad rápida a moderadamente rápida. La reacción es

ligera a moderadamente alcalina. Las sales se encuentran afectando el mayor porcentaje de su área (82%), habiéndose observado estas condiciones salinas (40,10%) y salino sódicas (41,90%). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es generalmente baja a muy baja. Igualmente la dotación de materia orgánica se encuentra en niveles muy bajos. EL calacáreo se encuentra en cantidades variables de bajos a altos. La disponibilidad de nutrientes, se observó a niveles variables, así el fósforo disponible se encuentra en niveles bajos, y el potasio disponible en niveles bajos y medios.

Son suelos de fertilidad natural baja. Es necesario incorporar y mantener una buena dotación de materia orgánica para aumentar la disponibilidad de humedad y además de proveer de nutrientes a las plantas. De acuerdo al cultivo a desarrollar se debe considerar la aplicación y mantenimiento de un buen balance de nutrientes para el mejor aprovechamiento de estos por las plantas.

Ambas series, Villacurí y Pozo Santo pertenecen a la clasificación de REGOSOLES, por que poseen un perfil de material morfológico arenoso (grueso y fino) de origen eólico, de depósito reciente, suelto y profundo. Presentan una topografía con un microrelieve que varía desde plano a ondulado. Ofrecen un potencial agrícola de regular a escaso, siempre que las condiciones de aridez sea subsanada con riego permanente. De acuerdo al sistema Soil taxonomy, pertenecen al Orden Entisoles, Suborden Psamments, Grangrupo Torripsamments.

En cuanto a la clasificación de estos suelos respecto a su aptitud para el riego, pertenecen a las clases IV y V. Los de la clase IV se caracterizan por presentar limitaciones muy severas de tal manera que requieren prácticas de manejo y conservación muy cuidadosas, y es así que se les llama de "uso especial"; la naturaleza arenosa predominante en este grupo de suelos, hacen que el drenaje sea excesivo. Los de la clase V comprenden suelos no arables que necesitan estudios adicionales; se caracterizan por presentar muy severas limitaciones haciéndolas inadecuadas para el uso agrícola, siendo necesario mayores estudios económicos y de ingeniería para su posible incorporación a la actividad agrícola.

Series	Aptitud para el riego			
	Clase IV	%	Clase V	%
Villacurí (VLL)	3 443,60	76	1 095,80	24
Pozo Santo (PS)	2 876,10	66	1 460,10	34

En cuanto al mayor problema de estos suelos, en la Pampa de Villacurí, 7 934,30 ha, que corresponde al 85,39% de su área, se encuentran afectadas con problemas de salinidad y/o sodificación. Los suelos en condiciones normales sólo abarcan 941,30 ha (10,61%) del área.

Series	Normal	%	S1	%	S2	%	S3	%	Total
dS/m	0-4		4,1-8		8,1-15		>15		

VLL	159,40	4	1218,50	26	878,60	19	2282,90	50	4539,40
PS	781,90	18	1969,40	45	98,00	2	1486,90	34	4336,20
TOTAL	941,30		3187,90		976,60		3769,80		8876,70

Series	Normal	%	N1	%	N2	%	Total
PSI	<8		8-15		>15		
VLL	1953,50	43	1490,10	33	1095,30	24	4539,40
PS	2519,80	58	356,30	8	1460,10	34	4336,20
TOTAL	4373,30		1846,40		2555,40		8876,70

Las características hídricas principales de los suelos de la Pampa de Villacurí son resumidas en el siguiente cuadro.

Se- rie	Prof. (cm)	Tex- tura	C.C. (%)	PMP (%)	P.E.A.	C.A.A.A (mm/dm)	Prom. CAAA
VLL	0-30	A-AF	9,50	4,30	1,65	9	8
	30- 160	A	6,60	2,50	1,65	7	
PS	0-100	A	8,0	3,40	1,65	8	8
		A	8,0	3,40	1,65	8	

P.E.A. Peso específico aparente

C.A.A.A. Capacidad de almacenamiento de agua aprovechable (capacidad de retención de agua por unidad de profundidad de suelo).

Para llevar a cabo esta caracterización, hicieron un mapeo de los suelos de la Pampa de Villacurí, en el cual se ubicaron los distintos fundos, y más aún los lotes esparragueros. En el cuadro 5.8. (gráficos 5.4. y 5.5.) se muestra los resultados de esta confrontación, donde se determinan las características de suelo de cada observación mediante una clave de caracterización.

Las observaciones 14,15,19 y 20, no han sido consideradas en el mapeo, por lo que la clave mostrada es el resultado de los datos recogidos en la encuesta, análisis proporcionados y observaciones.

Las claves contienen los siguientes ítems:

XX	A	P	S	N	w	g
----	---	---	---	---	---	---

Donde las variables son:

- XX: La fase serie
- A: La fase pendiente (y microrelieve)
- P: La fase pedregosidad
- S: La fase salinidad
- N: La fase sodificación
- w: La fase drenaje
- g: La fase textura (y profundidad)

Y los rangos de estas son:

Fase pendiente (%)

A 0,00-2,00 Nivel

Microrelieve

-- Plano

Fase pedregosidad

-- No existen piedras o son tan escasa que no interfieren de ninguna manera en la labranza (< 0,010 %)

CUADRO 5.8: CLASIFICACION DE SUELOS DE VILLACURI

"Análisis de los factores de producción en el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBS.	CLAVE SUELO	SALINIDAD CODIFICADO	SODICIDAD CODIFICADO	OBSERVACIONES
01	PS A S1 -- w5 g3	03	03	
02	PS A S2 N2 w5 g3	02	01	CAPA DURA
03	PS A -- -- w5 g3	04	03	
04	PS A -- -- w5 g3	04	03	
05	PS A S1 -- w5 g3	03	03	
06	PS A -- -- w5 g3	04	03	
07	PS A -- -- w5 g3	04	03	
08	VLL A S1 N2 w5 g3	03	01	
09	PS A -- -- w5 g3	04	03	
10	VLL A S1 N1 w5 g3	03	02	
11	VLL A S1 N1 w5 g3	03	02	CAPA DURA
12	VLL A -- -- w5 g3	04	03	
13	PS A S1 -- w5 g3	03	03	
14	PS A S1 -- w5 g3	03	03	
15	PS A S1 -- w5 g3	03	03	
16	PS A -- -- w5 g3	04	03	
17	VLL A S2 N2 w5 g3	02	01	
18	PS A -- -- w5 g3	04	03	
19	PS A S1 -- w5 g3	03	03	
20	VLL A S1 N1 w5 g3	03	02	DEF. BORO

21	PS A -- -- w5 g3	04	03	
22	PS A S1 -- w5 g3	03	02	SUBSUELO CASCAJOSO
23	VLL A S1 N2 w5 g3	03	01	
24	PS A S1 -- w5 g3	03	03	

CUADRO 5.8.: (Continuación)

25	A -- -- w5 g3	04	03	CAPA DURA
26	A1 -- -- w4 m1	04	03	CAPA DURA
27	B1 -- -- w4 m2	04	03	PEDREGOSOS

Fase Salinidad (dS/m)		Codificado
--	0,00-4,00 Libre de sales	04
S1	4,10-8,00 Ligeramente salinos	03
S2	8,10-15,0 Moderadamente salinos	02
S3	>15,0 Fuertemente salinos	01

Fase sodificación (PSI)		Codificado
--	<8,00 Normales	03
N1	8,10-15,0 Moderadamente sódicos	02
N2	>15,0 Sódicos	01

Fase drenaje

w5 Drenaje algo excesivo
w4 Drenaje bueno

Fase textura		Profundidad
g	Textura gruesa (Arena, Arena franca)	3 0-160 cm
m	Textura media (Franco Arenoso, Franco, Franco Limoso, Limoso)	1 0-30 cm 2 0-80 cm

En el cuadro 5.3. se puede observar claramente que las diferencias respecto a los suelos entre fundos se basan en tres aspectos fundamentales: la serie a la que pertenecen (VLL o PS), el nivel de salinidad y el nivel de sodificación. Las otras características de los suelos (tanto físicas como químicas), son consideradas semejantes, y es que el cuadro así lo demuestra, salvo condiciones peculiares que se comentan en la parte de rendimientos.

Por el momento, diremos que los suelos de la serie PS tienen ventajas sobre los de la serie VLL por presentar evidencias de deposiciones de limo, y los estudios básicos creen más en la potencialidad de éstos. La salinidad en los suelos de los fundos esparragueros varía desde niveles normales (0-4 dS/m), hasta suelos excesivamente salinos (>15 dS/m). De igual manera el rango de sodificación de estos suelos va desde normal (<3 PSI), hasta niveles excesivos (>15 PSI).

De esta manera podemos definir los suelos de los fundos esparragueros en Villacurí. Son Regosoles éutricos desérticos de origen eólico o eólico aluvial, de drenaje algo excesivo, con una pendiente a nivel, de microrelieve plano, sin pedregosidad, profundos y de textura arenosa. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de estos suelos es muy baja, así como el contenido

de materia orgánica; la disponibilidad de macronutrientes se presenta en niveles bajos, aunque hay algunas evidencias que el potasio puede llegar a niveles medios o altos. La reacción es ligera a moderadamente alcalina, y las sales se encuentran afectando el mayor porcentaje del área, siendo la mayor diferencia entre estos suelos los niveles de salinidad y sodificación, los cuales van desde bajos hasta muy altos. En general son suelos de fertilidad natural baja donde es necesario incorporar y mantener una buena dotación de materia orgánica. La posibilidad de desarrollar potencialidad agrícola en estos suelos parece más factible en el caso de los de la serie Pozo Santo.

Los suelos de los fundos del Valle de Ica encuestados tienen mejores características. No presentan niveles altos de salinidad (suelos trabajados, con deposiciones aluviales, mayor disponibilidad de agua, etc), tienen niveles mayores de contenido de materia orgánica, mayor disponibilidad de macronutrientes y mejor drenaje, entre otros.

5.1.5. EL FACTOR CLIMA

El clima en la Pampa de Villacurí está afectado principalmente por el Anticiclón del Pacífico Sur, la Corriente de Humbolt y el Relieve Andino. La marcada diferencia de calentamiento entre las zonas desérticas y las aguas frías del océano, originan con frecuencia fuertes vientos denominados "Paracas". Y el proceso de Inversión Térmica determina fluctuaciones grandes de temperatura y muy bajos volúmenes pluviométricos, condicionando la aridez típica de la zona.

Según la ONERN la superficie íntegra de la Pampa de Villacurí se halla dentro de la formación de Desierto Pre-Montano, presentando un clima per-árido y semi-cálido.

Tomando la información climática disponible (cuadro 5.9) de la Estación Meteorológica Climatológica Ordinaria Pampa de Villacurí (EMCO-PV), se pudo constatar que:

- La temperatura a lo largo del año oscila entre valores altos en verano (25,5 gC) a medios en invierno (17,5 gC), siendo medianamente altos en el otoño y en la primavera (20,0 gC). Los registros de temperaturas extremas indican que las máxima temperatura se alcanza en el mes de Marzo (31,6 gC) y la mínima se da en los meses de Junio y Julio (10,3 gC). El rango térmico es en promedio de 12,5 gC, siendo mayor en el invierno y la primavera (13,4 gC), y menor en el verano y el otoño (11,90).
- La humedad relativa es de bajo nivel a lo largo del año (73,2%, en promedio), alcanzándose los máximos valores en los meses de invierno, y los mínimos en el verano. Esta característica determina un clima seco.
- La nubosidad es mayor durante el verano y la primavera; en

invierno el índice de nubosidad es bajo. Las escasas precipitaciones registradas en el verano se explican por el ingreso de algunas nubes procedentes del Este, mientras que las de invierno derivan mas bien de la deposición de neblinas que son más intensas durante dicha estación. El bajo promedio de nubosidad a lo largo del año (4/8 de cielo cubierto) determina un elevado número de horas de sol.

- Los vientos son fuertes a muy fuertes (desde 6 hasta 14 m/s), y se presentan en forma constante a lo largo del año, variando su dirección según los meses. Los vientos más frecuentes provienen del Nor-Oeste. Hay evidencias de incremento notable de la magnitud del viento según los años, y de acarreo de partículas finas en el aire.

En resumen, se puede comentar, que los valores de temperatura indican una condición térmica bastante estable y, con respecto al cultivo de espárrago, la temperatura se encuentra entre los valores óptimos aceptados (MONTES Y HOLLE, DELGADO DE LA FLOR, BENSON), y los valores extremos no llegan a ser limitantes. El rango térmico relativamente alto puede ser favorable para el cultivo (MONTES Y HOLLE).

El clima seco y relativamente caluroso genera un elevado índice de evaporación (1423 mm/año, en promedio), lo que sumado al problema de escasez o costo del agua, si representa una limitante.

Por otro lado, los vientos (que también influyen en la elevada evaporación) afectan directamente al cultivo, tanto a nivel de crecimiento, resecaando el follaje, como curvando turiones en la cosecha. Por ello, se cree imprescindible la instalación de cortinas rompevientos antes de la instalación del cultivo.

La información climática de la EM.Map. San Camilo (Cuadro 5.10.) es representativa para los fundos visitados en Ica.

A criterio de los productores, los factores como temperaturas, vientos y luminosidad son los que más influyen (contribuyendo o dificultando), en el desarrollo y producción del cultivo del espárrago en la Pampa de Villacurí. La temperatura la relacionan principalmente con la calidad del turión al momento de la cosecha; cuando la cosecha se hace en meses de alta temperatura, es evidente la mayor incidencia de turiones "floreados" y/o "huecos o dobles", por lo que éste, se convierte en un factor limitante, que sólo puede ser contrarrestado en parte mediante la programación del cultivo (que en realidad es relativa), aunque tiene mucho que ver con la variedad, el tipo de espárrago y la humedad del suelo. En la variedad UC-157 F1, el problema de calidad, definitivamente es menor que en los campos UC-157F2 (u otras), al igual que el espárrago blanco es más resistente a las altas temperaturas (está bajo la superficie), siendo el problema grande en la producción de turiones verdes. La mayor humedad del suelo determinará mejor calidad de cosecha (aunque podría incidir en la aparición de problemas sanitarios,

pero no son comunes en la zona por las mismas condiciones ecológicas, sólo apareciendo en campos de excesiva densidad).

La condición de altas temperaturas (o bajas), determina por experiencia de los productores un cálculo de pronóstico de cosecha para los siguientes días, siendo mayor la concentración de la cosecha cuando las temperaturas son elevadas, estimando baja cosecha con bajas temperaturas.

Hay también evidencias de que en algunas ocasiones el clima en general, y la temperatura en particular han variado notablemente, con consecuencias para el cultivo, como desarrollo lento para llegar a un tercer brote maduro en un invierno muy crudo (retraso de las campañas).

La temperatura también determinará en gran parte la evaporación, lo que incidirá en la frecuencia y período de los riegos al cultivo, siendo mayores en la estación calurosa de verano y menor en el invierno.

La mayoría de productores coinciden al afirmar: que la mejor época para el crecimiento vegetativo del espárrago se da durante el verano, cuando los brotes desarrollan más rápidamente, y el período de crecimiento se acorta notablemente; que la mejor época para cosechar es durante la primavera, que será por una parte en forma rápida (no se retardará la emergencia de turiones como sucede en el invierno), y no habrá muchos problemas de floreados (además que es buena época por el precio en el mercado); y que la época en que se consiguen mejores calidades será en la cosecha de invierno (aunque la cosecha demorará períodos largos), indican que la cantidad total producida en invierno será similar a la de verano, la diferencia será el tiempo que dura la cosecha (será mucho mayor en invierno). En la producción de espárragos verdes, el problema de la calidad con las altas temperaturas será más acentuado, por lo que no es conveniente cosechar en verano, acostumbrándose en medias estaciones, tanto por el clima como por la demanda.

Si bien es cierto, la temperatura es el principal y más evidente factor climático que influencia al cultivo, existen otros parámetros que también son importantes.

Los vientos, según indican los productores, son limitantes en el cultivo. Tienen influencia en la cosecha, sobretodo en espárragos verdes, habiendo evidencias de turiones torcidos en épocas de fuerte incidencia y en fundos que no tienen cortinas rompevientos o si las tienen pero son de bajo tamaño. También afectan durante el crecimiento, en la parte aérea (relacionado también con altas temperaturas), en fundos sin cortinas o cortinas bajas, determinando resecamiento del follaje lo que conlleva a mayor incidencia de la principal plaga de la zona (arañita roja).

La zona en general es ventosa, y en todo programa de instalación, se recomienda la instalación de cortinas rompevientos con anticipación; los eucaliptus y tamaris se comportan bien en la

zona como cortina rompevientos. Muchos productores han optado por la premura del tiempo por la instalación de gramíneas como el "king Grass", que cubre muy densamente y crece rápido, pero no constituyen una solución por que los vientos logran superar estas cortinas, aunque como una forma eventual durante la instalación y el crecimiento de las cortinas definitivas constituye una buena alternativa.

La luminosidad, según comentarios de los productores afecta evidentemente en el cultivo (aunque tiene mucha relación con la temperatura), ya que ésta determinará el desarrollo del cultivo y su producción. Prefieren a su criterio días luminosos tanto para el crecimiento como para la cosecha, que es cuando -afirman- la planta responde mejor.

En los fundos encuestados en el Valle de Ica, la diferencia de temperaturas (más extremas), determina épocas (generalmente) definidas de cosecha, no pudiendo realizarlas en cualquier momento como en la Pampa de Villacurí, aunque esto también influenciado por la predominancia en esta zona de espárragos verdes y su problema de calidad en épocas calurosas, por lo que se prefiere cosechar en otoño, invierno o primavera como épocas adecuadas. En Ica los vientos son menores, no siendo indispensable cortinas.

5.1.6. EL FACTOR MANEJO AGRONOMICO O TECNOLOGIA

A continuación se hace una breve descripción de la secuencia de labores más comunes que se realizan por ciclo productivo.

Empezaremos por el inicio de una campaña, que es a la vez el final del trasplante (para la primera campaña) o el final de la cosecha (para las siguientes campañas).

En este momento los productores suelen dar un riego pesado, con la finalidad de propiciar una rápida emergencia de los brotes o tallos aéreos, momento en el cual se inicia el período VEGETATIVO, de crecimiento intenso, en el cual la planta desarrolla hasta producir frutos, y luego que estos maduran, aparecen nuevos brotes, llamándose como estadios fenológicos: primer, segundo o tercer brote.

Durante esta etapa, las labores de cultivo son similares a las de otros cultivos; se hacen riegos constantes (cada 10 o 15 días, dependiendo de la época), aplicaciones de productos químicos como insecticidas o fungicidas, así como también los deshierbos son constantes. Los que riegan por sistemas tecnificados (goteo), acostumbran fraccionar el nitrógeno en los riegos. Otros normalmente también hacen las fertilizaciones y abonamiento en esta etapa.

Cuando la planta desarrolla los frutos del tercer brote, suelen "agostar" la plantación, quitando de 2,3 o más riegos durante 30 a 45 días. En este período, la planta madura los frutos

y seca su follaje. Y cuando los frutos están maduros (rojos pintones) y el follaje y el suelo secos, se dice que la planta está a punto para ser cosechada.

La labor siguiente es el "chapodo", con el cual se elimina la parte aérea de las plantas. Algunos lo hacen de forma mecanizada, aunque la mayoría lo hace con gente, usando una lampa afilada para tal efecto. Algunos (especialmente los productores de espárragos verdes) acostumbran picar la broza e incorporarla al suelo; esto se hace con la ayuda de una cortadora y picadora instalada al tractor. (En espárragos blancos, no es usual por que dificulta la emergencia de turiones e interfiere con el aporque). La labor de quitado de la broza del campo se denomina "despaje", y esta se realiza en la mayoría de los casos.

Cuando el campo está limpio de la broza, ya sea por incorporación o recojo, se acostumbra fertilizar la primera dosis de nitrógeno (media dosis), luego de ésta, se da un riego fuerte, antes de iniciar la cosecha en si.

A los 2 ó 3 días de un segundo riego, se podrá iniciar la cosecha. En espárragos verdes, los turiones ya tendrán el largo adecuado y en blancos, las puntas empezarán a emerger. Para espárragos blancos, un tractor aporca a 30 ó 40 cm.

La cosecha es la labor que demanda mayor mano de obra y tiempo. La cosecha (según el número de cosecha) durará entre 30 y 60 días, en cada uno de los cuales se hacen 2 ó 3 "pasadas", 1 ó 2 en la mañana y 1 en la tarde. La cosecha consiste en el corte de los turiones con cuchillas especiales (diferentes para blancos y verdes), siendo medidos al ojo los turiones en verde y, una vez que emergen en blanco. Luego los cosechadores acomodan en su "capacha" (cesta amarrada a la cintura) los turiones que luego dejan en las jabas situadas en las cortaderas del campo. Un "acarreador" lleva estas jabas a un tendal sombreado, donde un grupo de "seleccionadores" acomodan por calidad los turiones.

Durante la cosecha los riegos son más frecuentes aunque más ligeros en espárragos blancos, siendo fuertes en el caso de verdes, ya que tienen mayor propensión a florear.

Para finalizar la cosecha, se abona, se fertiliza (segunda dosis de nitrógeno y completa de fósforo y potasio). Muchos productores acostumbran hacer ambas labores juntas, mezclando el fertilizante con la enmienda orgánica. Algunos aplican éstos a golpes con lampa al costado de las coronas, pero la mayoría suele hacerlo a línea corrida en el fondo del surco.

La campaña termina con el desaporque y el "descalate" (limpieza del surco con lampas), en el caso de espárragos blancos.

a) VARIEDAD Y TIPO DE ESPÁRRAGO CULTIVADO

El cultivar 'UC-157F1' es el más difundido actualmente en la zona, seguido por el 'UC-157F2'. La semilla botánica de la primera

es necesariamente proveniente de líneas puras (semilla importada), no siendo así para el caso de la 'UC-157F2', salvo el caso que se hayan transplantado coronas provenientes de semilleros garantizados; en todo caso la mayoría de los productores de ésta variedad desconocen su buena fuente o fueron recolectadas por ellos mismos. Esto determina que haya un factor genético que no es posible estimar para el caso de la variedad 'UC-157F2'.

Existen parcelas con variedades 'Mary Washington', 'UC-72', en las cuales se reportan algunos problemas de calidad, mayor incidencia de turiones floreados, siendo mayor en el caso de la 'Mary Washington', en la que también reportaron notoria menor producción. La variedad 'Ida Lea' es reciente en el lugar, y los productores que la están cultivando, mencionaron que tienen buenos resultados (similares a la UC-157F1), aunque afirmaron que hubo mayor incidencia de turiones gruesos (jumbo), la que está disminuyendo con el transcurrir de las cosechas. Variedades como la 'Cipres', 'Valprima' y 'Argentuil' también han sido sembradas, y aunque sólo se cuentan con resultados de la primera campaña, parecen ser prometedoras. (cuadro 5.9.)

La variedad 'UC-157F1' es la "líder", por su buena adaptación a las condiciones ecológicas de la zona que se verifica por los buenos rendimientos y buena calidad tanto para la producción de turiones verdes como blancos. La diferencia en cuanto a resultados de esta variedad respecto a la UC-157F2, según comentario de los mismos productores y las observaciones registradas no son concluyentes. No se puede decir que una sea superior a la otra, aunque la pureza de la 'UC-157F1' brinda en todo caso más confianza.

La Pampa de Villacurí, por sus condiciones ecológicas especiales, sobretodo de clima y suelos es definitivamente más apropiada para la producción de espárragos blancos. Y esto se demuestra y se comprueba por los mejores resultados obtenidos en este tipo de producción, tanto así que muchas plantaciones instaladas para verde (menores distanciamientos y menor profundidad de siembra) son normalmente cosechadas en blanco (con todos los problemas que de ello sobrevienen). Las temperaturas extremas (especialmente las altas temperaturas) no permiten cosechar turiones verdes de buena calidad, ya que tienen mucha tendencia a florear y deshidratarse luego del corte (más rápidamente que los blancos). Los que cosechan espárragos verdes generalmente se limitan a hacerlo sólo en épocas de bajas temperaturas.

Hay productores que, valiéndose de la versatilidad intrínseca del cultivo cosechan indistintamente espárragos verdes o blancos, determinado principalmente por la mayor demanda de uno de estos tipos (mayor precio o compromiso de exportación); incluso se ha visto cosechar para verde y blanco en la misma campaña. Por ejemplo cosechan 15 a 20 días en verde, aporcan y continúan 30 días en blanco.

El hecho que muchos productores instalaran sus campos para verde y cosechen en blanco, significa un alto costo de ineficiencia, que conlleva a renunciar a mayores ingresos por el simple hecho de no planificar bien el tipo de espárrago a producir. Es cierto, también, que hay algún productor que produce sólo espárragos verdes con muy buenos resultados, lo cual logra estacionalizando sus cosechas en la época más fría, las cuales son muy prolongadas (80-90 días), lo que significa que en términos reales se haga menos de una cosecha al año.

En general, el cambio de la cosecha de verdes a blancos determina, según lo visto y comentado con los productores, que la labor de aporque se convierte en engorrosa y muy dañina para las coronas (coronas muy juntas y superficiales que son dañadas por la máquina), y además no siempre se logra la altura adecuada, determinando turiones más cortos y labores repetidas de reaporque durante la cosecha, mayores daños al momento del corte y finalmente mayor incidencia de enfermedades, específicamente Fusarium.

Lo recomendable, entonces, será la utilización de semilla garantizada e instalaciones a distanciamientos para la producción de turiones blancos o en todo caso distanciamientos intermedios que permitan cosechas alternativas de verde o blanco.

En Villacurí se han instalado 242,4 ha de la variedad `UC-157F1' y 168,1 ha de la variedad `UC-157 F2'. 240,5 ha se sembraron con la finalidad de producir turiones blancos y 180,0 ha para verdes. (cuadro 5.11. gráfico 5.6.)

En los fundos visitados en el Valle de Ica, la variedad más utilizada es también la `UC-157F1', seguida de la `UC-157-F2'. Siendo la principal diferencia con los fundos de Villacurí, que predomina la producción de espárragos verdes, establecido por el clima y la calidad de los suelos.

CUADRO 5.11.: VARIEDAD Y TIPO DE ESPARRAGO

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBS	V A R I E D A D E S	TIPO DE ESPARRAGO	EXTENSION
01	UC-157F1	BLANCO VERDE	15,0 10,0
02	UC-157F2	BLANCO VERDE	10,0 10,0
03	UC-157F2	BLANCO	18,0
04	UC-157F2	BLANCO	10,0
05	UC157-F2 IDA LEA	BLANCO VERDE BLANCO	12,0 9,5 2,5
06	UC-157F2	BLANCO	14,0
07	MARY WASHINGTON UC-72 UC-157F1	BLANCO BLANCO BLANCO	6,0 10,0 20,7
08	UC-157F1	BLANCO	15,0
09	UC-157F1	BLANCO VERDE	18,0 40,0
10	UC-157F2	BLANCO	10,0
11	UC-157F1	VERDE	5,0
12	UC-157F2	BLANCO	10,0
13	UC-157F2	BLANCO	22,0
14	UC-157F1	VERDE	15,0
15	UC-157F1	VERDE	31,8
16	UC-157F1	BLANCO VERDE	14,6 5,6
17	CIPRES, VALPRIMA, ARGENTUIL IDA LEA UC-157F1	BLANCO BLANCO BLANCO	4,4 3,0 6,0
18	UC-157F1	VERDE BLANCO	5,0 3,0
19	UC-157F2	BLANCO	12,0
20	UC-157F1	BLANCO VERDE	5,6 3,2

21	UC-157F2	VERDE	27,0
22	UC-157F1	VERDE	15,0
23	UC-157F2	BLANCO VERDE	11,5 1,5
24	UC-157F1	BLANCO VERDE	13,0 2,0
25	UC157F1	VERDE	86,0
26	UC157-F2 UC157-F1	BLANCO VERDE	13,0 2,0
27	UC-157F1	VERDE	55,0

b) SIEMBRA

Para efectos del estudio, se entiende como siembra, a la labor de transplante de plántulas o coronas en el campo definitivo. Y las semillas se refieren a las vegetativas.

Procedencia de las semillas

Muchos de los productores acostumbran almacigar en sus mismos campos, otros prefieren comprar las semillas vegetativas (plántulas o coronas) de otros productores o empresas o instituciones que se dedican al cultivo. Aunque al parecer, muchas veces la oportunidad de comprar semillas botánicas o vegetativas determina la decisión del agricultor. Empresas como INDAGRO, APEI, AAI son las que mayormente distribuyen el material de siembra.

La pureza varietal de la semilla sembrada en cada uno de los campos, es una interrogante que no fue resuelta del todo con los aportes de los encuestados. Sería relevante conocer la verdadera procedencia de la línea, pues sería una herramienta útil de análisis. Por ejemplo en el caso de la variedad 'UC-157F2', la mayor parte de los productores que la cultivan, desconocen su verdadera procedencia (o lo que es lo mismo, no tienen la garantía de su valor genético).

Edad de las semillas transplantadas

Se suele plantar semillas de 2 hasta 12 meses de edad de almacigado. Varía bastante, según los criterios de fundos. Es que en realidad, al respecto aún no se ha dicho la última palabra, por no haber estudios específicos al respecto.

El criterio de algunos agricultores es que la plántula joven (3-4 meses) emerge más rápidamente que la corona de 12 meses, y además su transplante es una labor más sencilla. Sin embargo, es de esperar que la plántula requerirá más tiempo para afianzar su sistema radicular en el suelo, lo que debiera ser criterio a tomar

en consideración para determinar el momento de la primera cosecha, situación que toman muy arbitrariamente muchos de los esparragueros.

También algunos productores mencionan haber notado más efectos perjudiciales por salinidad (de agua y/o de suelo) en plántulas que en coronas bien conformadas. Existen, al respecto, evidencias de que plántulas muy tiernas (menos de 2 meses), al ser transplantadas, mostraron muy bajo prendimiento.

Las coronas muy desarrolladas, por otro lado, dificultan la labor de transplante, y frecuentemente determinan daños a las raíces en el laboreo. También reportan una emergencia lenta.

Entonces, lo más adecuado sería recomendar semillas de edad intermedia, ni muy desarrolladas, ni muy jóvenes. Plántulas o coronas de 4 a 8 meses de edad son las semillas en edad óptima de transplante.

Profundidad de siembra

Es variable, según se siembre para verde o blanco. Las profundidades más frecuentes para espárragos verdes en las observaciones van desde 10 a 30 cm, y de 30 a 40 cm para blancos.

Cabe mencionar también en este acápite que existen deficiencias a este respecto, por que muchos productores no instalaron a la profundidad adecuada (siempre el defecto es por falta de profundidad), lo que incide y repercute en toda la vida de la plantación, y más aún con el transcurrir de los años, con los cuales, el crecimiento de la corona es hacia la superficie.

Es pertinente transplantar para espárragos verdes a más de 15 cm de profundidad, y para blancos, a más de 30 cm de profundidad.

Distanciamientos y Densidad de plantación

Depende básicamente de dos consideraciones: el tipo de espárrago que se desea producir y el sistema de riego utilizado.

Para espárragos blancos se acostumbra mayores distanciamientos (menores densidades) que para verdes. En sistema de riego tecnificado (goteo, principalmente) los productores acortan sus distanciamientos, logrando mayor número de plantas por área. La doble hilera (o doble densidad) empieza a usarse con buenos resultados, tanto para espárragos blancos como verdes (en estos últimos, con más frecuencia), siempre acompañado de riego por goteo.

El mayor número de plantas/ha nos lleva a reflexionar, por un lado en que habrán más unidades productivas por unidad de área, lo que resulta en un incremento del rendimiento, aunque por otro lado la competencia y entrecruzamiento de raíces puede ser perjudicial e ir en detrimento del rendimiento. Lo que sucede es que algunos productores han sembrado a tan altas densidades que no han tenido

éxito; pero hay algunos que a altas densidades, están logrando buenos resultados, pero siempre con un manejo adecuado, primero del sistema de riego (goteo) y segundo, de la nutrición de la planta.

En general, los distanciamientos más frecuentes en la zona son de 0,30 por 1,80 m para espárragos blancos y de 0,30 por 1,50 para verdes, en un sistema de riego por gravedad; doblando la densidad para el caso de riego por goteo, en doble hilera. (cuadro 5.12.)

En las observaciones del Valle de Ica, la principal diferencia radica en que las siembras son más superficiales debido, primeramente, a la calidad de sus suleos (básicamente menos arenosos), y segundo, a que se trata de espárragos verdes.

Se puede concluir, así, que los distanciamientos más adecuados para la zona, deben ser, entre coronas de 25 a 30 cm, y entre surcos de 1,80 m (aunque se trate de espárragos verdes); pudiendo duplicarse esta densidad utilizando doble hilera, pero sólo para el caso de espárragos verdes, o para blancos, pero con riego por goteo.

CUADRO 5.12.: DISTANCIAMIENTOS Y DENSIDAD DE SIEMBRA

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	B/V	ENTRE PLANTAS	ENTRE SURCOS	DENSIDAD #Ps/ha
01	V	0,15	1,75	38 095
	B	0,15	2,20	30 303
02	V	0,30	1,50	22 222
	B	0,25	1,90	21 053
03	B	0,30	2,0	16 667
04	B	0,30	2,0	16 667
05	V	0,30x0,30	1,30	51 282
	B	0,30	1,30	25 641
06	B	0,20	1,80	27 778
07	B	0,30	2,0-1,80	18 519
08	B	0,30	1,80	18 519
09	V	0,30	1,50	22 222
	B	0,25	1,80	22 222
10	B	0,20x0,35	2,60	38 462
11	V	0,25	1,40	28 571
12	B	0,30	1,60	20 833
13	B	0,30	1,50-1,80	20 202
14	V	0,30x0,30	1,80	37 037
15	V	0,25x0,30	1,50	53 333
16	B	0,30x0,30	2,00	33 333
	V	0,30	1,50	22 222
17	B	0,30	1,75	19 048
18	V	0,20x0,30	1,30	76 923
	B	0,30	2,40	13 889
19	B	0,20	1,85	27 027
20	V	0,30x0,30	1,20	55 555
	B	0,30x0,30	3,0	22 222

21	V	0,20	1,30	38 462
22	V	0,30	1,50	22 222
23	B	0,30x0,30	2,0	33 333
	V	0,30x0,30	1,50	44 444
24	V/B	0,30	1,50	22 222
	V	0,30	1,0	33 333

c) RIEGOS

La primera gran diferencia existente entre fundos es el sistema de riego utilizado.

La mayor parte de productores riega por gravedad, con sifones de PVC, en forma de "S", de 2 pulgadas de diámetro. Muchos tienen canales revestidos hasta la cabecera del campo a regar, a partir del cual se deriva el agua a acequias y contraacequias donde ésta se empoza; es aquí donde se instalan estos sifones, generalmente de 2 a 4 por surco. Aproximadamente cada sifón de 2" lleva un caudal de 2 l/s. Por lo general el caudal de un pozo promedio permite instalar de 24 a 28 sifones a la vez, por cada "cambio", y según el riego que se haga, el cambio durará de 15 a 60 minutos. Para esta labor se requiere personal especializado, técnicos y prácticos en los cambios.

Este sistema de riego es ineficiente en el uso de agua. Y realmente es irónico desperdiciar agua cuando esta es de tan alto costo.

Ultimamente se han hecho algunas instalaciones de "mangas de polietileno", como complemento al sistema de riego por gravedad. Este sistema consiste en la instalación de mangas plásticas a lo largo de la cabecera y patillas del campo. La manga cuenta con aberturas de 2 pulgadas de diámetro al distanciamiento del inicio de cada surco, las cuales pueden ser bloqueadas fácilmente para hacer los cambios pertinentes. Se pudo constatar considerable ahorro de agua en este sistema, por lo que se cree que es una buena alternativa para el cultivo y de bajo costo, aunque la vida estimada de los equipos no supere los dos años.

El riego por goteo es también difundido en la zona. El ahorro de agua en este sistema es grande. La inversión inicial para instalar este sistema es también grande, por lo que no es accesible a todos los productores. Los que tienen instalado su sistema de riego por goteo expresan su conformidad, tanto por los buenos resultados con el cultivo como por su ahorro de agua, que dicen supera con creces la inversión inicial en pocas campañas. Sin embargo la instalación del goteo no siempre es garantía de buenos resultados. Hay muchos productores que a pesar de contar con el sistema, tienen rendimientos tan bajos que no justifican sus costos (ello es comentado más adelante).

Una ventaja adicional del riego por goteo, es que se puede hacer la fertilización nitrogenada por el mismo sistema, y esto significa partir la dosis de este elemento durante toda la campaña. Algunos dicen tener buenos resultados aplicando el nitrógeno en tres particiones, una en cada inicio de brote.

Para el funcionamiento de este sistema se necesita sólo de una persona debidamente entrenada que controle el normal funcionamiento de los sistemas de presión y el taponamiento de los goteros.

Los riegos con este sistema son de alta frecuencia, generalmente diarios, a poco volumen por área, lo que significa que la planta tendrá en todo momento un nivel hídrico óptimo en el suelo. Tal vez el desconocimiento de determinar el tiempo adecuado (o volumen de aplicación) sea una causa frecuente de fracaso. Lo normal es regar a diario de 2 a 3 horas. El sistema permite regar de 10 a 15 ha por vez.

Es menos frecuente encontrar en la Pampa de Villacurí sistemas de riego por aspersión; en las observaciones, sólo dos fundos tienen actualmente este sistema, aunque algunos otros mencionaron haberlo también instalado (y lo cambiaron o lo dejaron de usar por no tener buenos resultados). Al parecer los vientos fuertes de la zona, la sequedad medioambiental y el problema de salinidad (tanto de aguas como suelos) son las principales causas para que este sistema no sea exitoso. Es evidente en los riegos con este sistema, además, mayor proliferación de plagas, enfermedades y malezas.

Se observó en la Pampa de Villacurí 233,2 ha esparragueras regadas por gravedad, 130,0 ha con riego por goteo y 8 ha regadas por aspersión. (ver gráfico 5.9)

También se observó en un fundo, un sistema de riego muy sofisticado: el de pivote central, que lamentablemente fracasó. Este sistema consiste en un eje central, al rededor del cual gira una tubería de 486 m de largo, sostenido a más de 2,0 m sobre la superficie con estructuras metálicas y ruedas en contacto con el suelo (distanciadas cada 50 o más metros). A lo largo de esta tubería se encuentran nebulizadores o aspersores, que son los terminales de riego. Este sistema regaba 50,0 ha de espárragos de una sola vuelta. Este sistema trabaja en base a una fuente de presión para el agua y una fuente motriz que permite girar a tan grande estructura. Desgraciadamente, luego de dos cosechas se deteminó que el sistema ya no podía seguir funcionando por que los rendimientos fueron muy bajos. Y las razones para este fracaso pueden ser varias. El viento y la sequedad del clima no permitía un humedecimiento uniforme del suelo (por la misma altura de las boquillas de riego, incluso aún cuando se trató de acercar al suelo por acoples de tuberías); mencionan que el suelo se "mojaba" muy poco, no pudiendo calibrarse adecuadamente esto con la velocidad de giro; la velocidad más rápida prácticamente no

humedecía el suelo, y la velocidad más lenta no alcanzaba para hacer riegos diarios. El problema de sales (inherente al suelo) se acentuaba con este escaso humedecimiento, concentrándose en la superficie costras que no permitían el normal desarrollo de las planta. Actualmente gran parte de las coronas han sido transplantadas a otros campos con riego por goteo, quedando en el campo inicial una pequeña fracción de plantas, que aún se riegan por el sistema.

La duración del riego varía así como el gasto de agua por riego. En el sistema por gravedad, en promedio el tiempo que demora en regarse una hectárea es de 3,5 horas, con un gasto estimado de 600 a 750 m³ de agua. En el sistema por gravedad, un riego normal diario de 2 a 3 horas gasta en promedio unos 30 m³ de agua por ha (para un sistema promedio en el que un gotero descarga 1 l de agua por hora de riego).

El cuadro 5.13. fue elaborado en base a la información del sistema de riego utilizado, caudal de los pozos, el número de riegos y el gasto por riego, con el fin de estimar la cantidad de agua aplicada por hectárea y por fundo. Con estos datos generados podemos discutir las diferencias existentes entre fundos.

Es evidente el considerable ahorro de agua con el uso de riego tecnificado (goteo, principalmente), de unos 15 000, incluso, en casos, más de 20 000 m³/ha/año, como gasto normal para el tradicional riego por gravedad, a 10 000, incluso menos de 9 000 m³/ha/año, con el sistema tecnificado. El gráfico 5.7. muestra los sistemas de riego utilizados y el área.

Otro aspecto a comentar son los datos de algunos fundos, que al parecer tienen deficiencias en los riegos. Algunos por falta y otros por exceso. El gasto de agua de menos de 10 000 m³ en un riego por gravedad (por ser tan diferente al promedio), puede estar significando un ahorro de agua en perjuicio del cultivo, lo mismo que en el caso contrario de exceso de agua que significa mayor gasto sin mejoras considerables; en todo caso, al respecto se discute más adelante.

Si comparamos los datos del cuadro 5.11. con las observaciones de Ica, se puede afirmar que los riegos en Ica son menos frecuentes (para un mismo sistema de gravedad), lo que determina menor número de riegos al año (en promedio), y la principal razón de ello es que los suelos en el Valle son de mayor retentividad.

Otra diferencia saltante es que en Ica, a pesar de hacer menos riegos en promedio, gastan mayor volumen de agua; lo que parece contradictorio a lo antes mencionado, que los suelos son más retentivos, es que al parecer la explicación se debe al menor costo del agua en estos fundos, ya comentado anteriormente.

Es relevante, también, discutir los riegos durante la cosecha. Es contundente que la cosecha y la calidad de turiones se ve favorecida con cada riego que se hace, y así lo entienden los

productores, y es por ello que en general se acostumbra regar más frecuentemente durante la época de cosecha, aunque para el caso de espárragos blancos se acostumbren riegos más ligeros, en el caso de la producción de verdes, los riegos suelen ser más fuertes.

En cuanto a la frecuencia de riegos durante el crecimiento, en el sistema por gravedad, no hay un patrón definido que indique la frecuencia de riegos, o lo que es lo mismo, la mayoría de productores no tienen indicadores claros para realizar un riego. Incluso en algunos fundos, la disponibilidad de combustible es el principal factor que determina la realización o no de la labor. Es por esto que existe tanta variación entre el número de riegos entre fundos, con tantas semejanzas de clima y suelos.

En general, se puede decir que para el riego por gravedad, una frecuencia de una semana entre riegos para la época de verano y 2 para invierno, son las más recomendables.

También sucede que el agoste es considerado por muchos, más que una labor necesaria, como una labor de desacanso en los gastos, y ello induce indudablemente que muchos abusen de ésta, causando alteraciones al cultivo.

En conclusión se puede decir que tanto el riego por gravedad (y más aún con mangas de polietileno, aunque falta verificación), como el riego por goteo son adecuados para el cultivo en la zona.

Los riegos por goteo, a pesar de sus múltiples ventajas, no es garantía de buenos resultados. Muchos autores son partidarios de riegos pesados frente a riegos frecuentes y ligeros, durante el crecimiento, y esta es la principal diferencia entre estos dos tipos de riego; por ello, se considera, más adelante, en la función de producción, como una variable a esta característica y se discute los resultados.

CUADRO 5.13.: SISTEMAS DE RIEGO Y GASTO DE AGUA

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	SISTEMA(S) DE RIEGO	No RIEGOS	m3/ha/Año
01	GRAVEDAD	30	15 240
02	GRAVEDAD, goteo	19	17 784
03	GRAVEDAD	19	9 850
04	GRAVEDAD	22	13 228
05	GRAVEDAD	26	17 758
06	GRAVEDAD	27	12 737
07	GRAVEDAD	28	18 018
08	GRAVEDAD	22	15 523
09	GRAVEDAD	24	15 114
10	GOTEO	165	8 167
11	GRAVEDAD	38	22 545
12	GRAVEDAD	41	26 096
13	GRAVEDAD	42	15 876
14	GOTEO	152	8 846
15	GOTEO	364	10 774
16	GOTEO	364	9 537
17	GOTEO, pivote	343	9 707
18	GRAVEDAD	25	8 765
19	GRAVEDAD	28	8 637
20	GOTEO, aspersion	346	10 453
21	GRAVEDAD	25	16 769
22	GOTEO(*)	364	8 044
23	GOTEO	319	8 358
24	ASPERSION, goteo, gravedad	324	9 986
25	GRAVEDAD	25	26 325
26	GRAVEDAD	23	19 872
27	GRAVEDAD	18	22 680

Del cuadro 5.13.:

Sistema en mayúsculas: principal sistema de riego o del lote en cuestión.

Sistema en minúsculas: otros sistemas de riego en el fundo.

(*) Se instaló con sistema de riego por gravedad, se cambió a aspersión, y finalmente a goteo.

d) ABONAMIENTO

Principales fuentes de materia orgánica utilizadas

Entre las principales enmiendas orgánicas de uso frecuente en la zona y en el cultivo de espárrago, podemos mencionar:

- Guano de invernada o guano de engorde
- Guano de ave o gallinaza
- Guano de corral
- Suelo de huarango
- Guano o humus de lombriz
- Broza de espárrago

El guano de invernada y la gallinaza son las fuentes de materia orgánica más utilizadas. El guano de corral, es también regularmente aplicado. El suelo de huarango y el humus de lombriz, son menos utilizados, dependiendo de su disponibilidad; los que tienen bosques de huarango cercanos (1 ó 2 productores) son los que utilizan esta fuente; el humus de lombriz está limitado a su alto costo. La broza es incorporada frecuentemente en fundos que cultivan espárragos verdes.

El guano de invernada, es aquel proveniente de los centros de engorde de ganado vacuno; es un insumo de buena calidad por cuanto el alimento que consumen estos animales es balanceado, con buenos niveles proteínicos, y además no presentan el riesgo de dispersar semillas de malezas por que proviene de ganado estabulado. Su precio es aceptable, respecto a las otras fuentes, por ejemplo es de menor costo que la gallinaza. Los productores que trabajan con este insumo tienen buenos resultados (siempre y cuando se aplique niveles altos).

La gallinaza, es también una fuente importante de materia orgánica, apreciada por los productores, sobretodo por su fácil laboreo (más que el guano de invernada); proviene de las granjas avícolas, tanto de gallinas ponedoras como de pollos de engorde. Su uso está un tanto limitado por su costo.

El suelo de huarango, afirman los que lo usan, se descompone rápidamente en el suelo, representando una excelente forma de aprovechar los recursos disponibles.

El humus de lombriz es un excelente insumo para el espárrago, así lo creen quiénes la han probado. Se dice que su efecto es

inmediato, y se evidencia fácilmente por la mejor calidad obtenida. Este producto, recién empieza a difundirse por la zona. Su alto precio limita mayor utilización.

El guano de corral es uno de los insumos fuentes de materia orgánica de menor precio y disponibilidad en el mercado. Proviene de ganadería más extensiva, probablemente de pastoreo, por lo que se presume que tendrá menor contenido de nutrientes disponibles, y presenta el gran inconveniente de ser fuente diseminadora de semillas de malezas. Los campos en los que se acostumbra aplicar este guano se caracterizan por presentar mayor incidencia de malezas. Malezas muy agresivas de la familia de las Gramíneas o Cyperaceas están empezando a difundirse en la zona, principalmente por este sistema.

La incorporación de la broza del espárrago, luego del chapodo, la realizan con la ayuda de una picadora y un rotavator. La labor se hace en forma secuencial y junta. El tractor jala una cortadora de follaje (a ras del suelo), esta cortadora se comunica con una picadora, la que impulsa hacia arriba y atrás la broza, picada. Luego pasa un rotavator y remueve la parte superficial del suelo, incorporando así el follaje picado. En los fundos visitados y que realizan esta labor, afirman no incrementar sus problemas sanitarios con esta labor.

Momento de aplicación del abono

El momento más frecuente en que aplican la enmienda orgánica es al finalizar la campaña (o antes de empezar la siguiente). En el caso de ser la primera campaña, la aplicación es al momento del transplante.

La idea es que la enmienda tenga suficiente tiempo para descomponerse durante la campaña, y aprovechar las labores de cierre de campo para aplicarlas. La materia orgánica en este período se descompondrá, liberará sus nutrientes y formará parte constitutiva del suelo.

Otros productores realizan esta labor después de la cosecha, algunos después de un mes, otros al fin del primer brote, incluso hay quienes lo hacen antes de la cosecha. Sin embargo la gran mayoría opina que el mejor momento para abonar es al finalizar la cosecha, justificando el hecho de no realizarlo así, con la no disponibilidad de los recursos en su tiempo.

El modo de uso

La forma más difundida para la aplicación de la materia orgánica al suelo, es en línea corrida al fondo del surco, aunque también es común observar aplicaciones en golpes con lampa a un costado de la corona. La mayor parte de fundos acostumbra mezclar el abono con los fertilizantes e incorporarlos juntos.

La aplicación en línea corrida, es la que distribuye en forma

más uniforme el abono en el campo, y es casi obligada cuando se usan grandes cantidades de materia orgánica (15, 20 ó más tm). En el caso de los golpes, sucede lo contrario, no justifica hacerlo por surcos por ser poca cantidad.

La aplicación con lampa daña las raíces o la corona en la labor, y este método se caracteriza por ser más fertilización que abonamiento. El abono ayuda en la fertilización.

La cantidad de materia orgánica incorporada

Las cantidades (tm) utilizadas en cada fundo son muy variables. Así se aprecia en el cuadro No 5.14. Hay fundos que normalmente abonan con más de 20,0 tm/ha/campaña, y hay otros que aplican menos de 1 tm/ha/campaña.

Los productores, en su mayoría, están conscientes que la aplicación de cantidades considerables son beneficiosas (es un hecho que los que mayores cantidades aplican tienen los mejores resultados), tanto para el cultivo como para la formación del suelo, pero no la hacen bajo el alegato que resulta costosa y no siempre hay a disposición. Creen poder suplirla con mayores dosis de fertilizantes; y es que se confunden por los rápidos efectos de los fertilizantes.

En el cuadro 5.15. (gráfico 5.8.) se ajusta o se estandariza los datos del cuadro 5.14., en base a los análisis de SANCHEZ (1992), con el objeto de poder apreciar de mejor manera la materia orgánica neta aplicada para cada observación.

En los fundos del Valle de Ica los insumos utilizados como abono son mayormente provenientes del guano de los centros de engorde. Las cantidades en general son menores, y en realidad es justificable, por que los suelos son de mejor calidad. La incorporación de broza y residuos de cosecha es más frecuente, por tratarse de plantaciones para verde.

Es contundente la respuesta de la planta a la materia orgánica, es más, en Villacurí, se convierte en una necesidad por que tiene ventajas adicionales, como mejoramiento de las condiciones salinas de los suelos, formación de estructura, mayor retentividad de agua y nutrientes, entre otras. Sin embargo, la incorporación debe ser de cantidades grandes (por ejemplo superiores a 15 tm/ha/campaña), es por ello, importante considerar en todo proyecto de instalación este aspecto.

Es pertinente también sugerir la aplicación de la materia orgánica, al final de la cosecha, por que se aprovecha las labores de cierre de campo. Así mismo, será más conveniente distribuir la enmienda orgánica en líneas al fondo del surco, por que se distribuye más uniformemente y no daña las coronas, como en el caso de golpes con lampa.

CUADRO 5.14.: ABONAMIENTO

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

OBS	FUENTE DE M.O.	MOMENTO DE USO	MODO DE USO	tm/ha/ca
01	INVERNA	ANTES AGOSTE	GOLPES	1,0
02	INVERNA	DESPUES COSECHA	LINEA CORRIDA	3,0
03	INV.+GALLINAZA	TRANSPLANTE	GOLPES	2,2
04	INVERNA	DESPUES COSECHA	GOLPES	1,5
05	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	15,0
06	INVERNA	DESPUES COSECHA	GOLPES	2,0
07	GALLINAZA+HUMUS	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	40,0+2,0
08	GALLINAZA+HUMUS	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	40,0+2,0
09	INVERNA	DESPUES COSECHA	GOLPES	2,0
10	GALLINAZA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	4,0
11	CORRAL	DESPUES COSECHA	GOLPES	1,0
12	INVERNA			3,0
13	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	5,0
14	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	4,0
15	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	20,0
16	INVERNA	FIN COSECAHA	LINEA CORRIDA	20,0
17	INVERNA	TRANSPLANTE		25,0
18	INV.+GALLINAZA	DESPUES COSECHA	GOLPES	0,5
19	HUARANGO	DESPUES COSECHA	GOLPES	1,5
20	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	19,0
21	GALL.+CORRAL	FIN Y DESP. COS	LINEA CORRIDA	75,0
22	INVERNA	ANTES COSECHA	LINEA CORRIDA	20,0
23	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	21,0
24	CORRAL		LINEA CORRIDA	5,0
25	INV + CORRAL	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	10,0+2,0
26	INVERNA	FIN COSECHA	LINEA CORRIDA	2,0
27	HUMUS LOMBRIZ	ANTES COSECHA	LINEA CORRIDA	1,0

CUADRO 5.15.: CANTIDAD DE MATERIA ORGANICA APLICADA

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBS	MATERIA ORGANICA SECA NETA APLICADA EN tm/ha/campaña
01	0,53
02	1,58
03	0,96
04	0,79
05	7,89
06	1,05
07	14,40
08	14,40
09	1,05
10	1,40
11	0,53
12	1,58
13	2,64
14	2,12
15	10,50
16	10,50
17	13,25
18	0,27
19	0,49
20	10,07
21	32,81
22	10,50
23	11,13
24	2,65
25	6,36
26	1,06

e) FERTILIZACION

El cultivo del espárrago responde bien a las fertilizaciones químicas y más aún en suelos arenosos de bajo o nulo contenido de materia orgánica como es el caso de los suelos de Villacurí. En la Pampa de Villacurí la utilización de fertilizantes es intensa, sobretodo al referirnos al nitrógeno, elemento del cual se aplican dosis altas.

Las principales fuentes aplicadas que contienen nitrógeno son la urea, el nitrato de amonio, el sulfato de amonio y el fosfato diamónico. Siendo los dos primeros, los más difundidos y con los cuales los productores afirman haber tenido buenos resultados, tanto en aplicaciones localizadas como introducidas al sistema de riego.

Como fuentes de fósforo, suelen utilizar principalmente el superfosfato triple de calcio, y en menor proporción el fosfato diamónico.

En cuanto al potasio, la fuente que es la más difundida y tiene mejores resultados en estos suelos es el sulfato de potasio (que además provee azufre), aunque últimamente muchos productores se han visto obligados a usar el cloruro de potasio como sustituto, debido a una marcada escasez del primer fertilizante; esto es peligroso, por que el cloruro de potasio no se recomienda en suelos salinos, por que puede incrementar el problema.

Se acostumbra fertilizar en dos ocasiones. En la primera, que es antes de la cosecha, se suele aplicar sólo la mitad de la dosis del nitrógeno. En la segunda aplicación, que es al finalizar la cosecha, se completa la dosis de nitrógeno y se aplica las dosis completas de fósforo y potasio. En el caso de los sistemas de riego tecnificado (principalmente goteo), la aplicación de nitrógeno varía, ya que esta se hace por el mismo sistema; Algunos productores acostumbran fertilizar con nitrógeno en cada riego, mientras que otros particionan esta fertilización en dos o tres momentos que consideran los más adecuados.

La fertilización es una labor básicamente manual, que consiste en rociar la mezcla fertilizante o el fertilizante al fondo del surco, o, aplicar golpe por golpe con una lampa. La mayor de las veces, se acostumbra hacer la fertilización y el abonamiento en forma conjunta.

Son muy pocos los fundos que realizan análisis de suelos en forma periódica para saber cuál es la disponibilidad del suelo, y confrontarla con los requerimientos de la planta, de tal suerte de lograr mejores resultados con niveles y oportunidad de aplicación. En tal sentido, son menos aún quiénes corroboran estos datos con

análisis foliares. Generalmente se trata de aplicar niveles altos con el fin de asegurar buena nutrición. La mayor parte de los productores menciona que les sería muy útil investigaciones al respecto.

El abonamiento foliar (o el abonamiento con microelementos), aún no está muy difundido, aunque algunos ya lo están probando. Lo que ocurre es que, los productores, basándose en comentarios e investigaciones en otros lugares, suelen hacer aplicaciones de microelementos, pero sin seguir un programa de nutrición, lo que conlleva a gran desconcierto en tal sentido, ya que para algunos, los resultados, mencionaron, haber sido buenos (aunque ello no significó que la experiencia se repita en posteriores campañas, o en diferentes lotes), y para otros, expresaron, no tuvieron resultados de mejoría (aparte del verdeamiento del follaje). Lo cierto es que se necesita un programa de investigación que permita dilucidar al respecto. Hay quienes han aplicado boro al suelo, por existir comentarios de que mejora la calidad de la cosecha, sin embargo los resultados son también inciertos.

En el cuadro 5.16. se presentan los niveles de fertilización en cada una de las observaciones. Como es de observar, existe mucha variación entre fundos, mayormente referida a los niveles de nitrógeno aplicado. También se incluye la aplicación de elementos menores, para los fundos que lo hacen de manera constante.

Finalmente, se puede afirmar que un nivel de N-P-K de 230-130-115, asegurará buenos resultados siempre y cuando se manejen de manera óptima los demás factores, aunque lo más recomendable es, como se trata de un cultivo perenne, un programa de nutrición que incluya análisis de suelo y foliar en forma permanente durante toda la vida productiva.

CUADRO 5.16.: NIVELES DE FERTILIZACION

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBS	NITROGENO Kg/ha/camp.	FOSFORO Kg/ha/camp.	POTASIO Kg/ha/camp.	MICROELEMENTOS
01	140	50	80	
02	200	200	200	
03	180	120	80	Vital Busal
04	140	100	60	
05	160	90	80	
06	185	95	80	
07	200	90	80	Nitrofoska
08	200	90	80	
09	400	400	220	Cu, B, Mn, Fe, etc
10	330	70	80	
11	135	60	60	Nitrofoska
12	160	80	80	
13	360	100	80	Polifos
14	300	200	150	
15	200	160	140	Fetrilon Combi
16	200	160	140	
17	220	100	100	Stoler 301010
18	225	100	80	Polifos
19	400	120	120	Nitrofoska, B.
20	200	150	150	Polibor
21	220	150	200	Nitrofoska, B.
22	250	160	120	Zn, Fe, Cu.
23	275	100	200	Fetrilon Combi
24	180	120	100	Fetrilon Combi
25	190	100	100	Fetrilon Combi
26	300	150	150	Quelatos

27	300	300	300	Nutribol
----	-----	-----	-----	----------

f) SANIDAD

1. PLAGAS

Las plagas que más se registraron en la Pampa de Villacurí son la "arañita roja" (*Tetranychus sp.*) y "trips" (*Thrips tabaci*).

Los daños de estas plagas no son muchos, y en general se les da poca importancia a su control, habiendo incluso fundos y/o campañas en que no es necesario controlar.

La incidencia de "arañita roja" está relacionada con la sequedad de la planta (mayor incidencia en el agoste, por ejemplo). Este ácaro se localiza en el follaje y brotes jóvenes, y cuando el ataque es fuerte se aprecia amarillamiento de las puntas. La labor de chapodo (corte del follaje), tiene un efecto de control. La falta de humedad del suelo, así como la excesiva salinidad del suelo, o la mayor intensidad de vientos, también determinan una mayor incidencia. El control de esta plaga se basa mayormente en aplicaciones de productos como Perfekthion, Peropal y Akarstin, los cuales reducen su población; también es difundida la aplicación de azufre al follaje (Kumulus, Omite, etc.), el cual puede tener buenos resultados dependiendo de la oportunidad y eficiencia de la labor.

Los "trips" son un problema mayormente en el momento de la cosecha y más en la cosecha de espárragos verdes que de blancos. Este insecto raspa y daña las brácteas de la punta del turión. En espárragos verdes, a veces se hace necesario realizar aplicaciones de insecticidas a los brotes en emergencia, e incluso, en caso de ataques fuertes, los turiones requieren de desinfección por inmersión con productos fuertes como Lannate después del corte y antes de la entrega en la planta procesadora.

Otras plagas, de menor importancia, también registradas, fueron, los "pulgones", los "gusanos de tierra" y "elasmopalpus".

Los "pulgones" (*Aphis spp.*) no fueron identificados a nivel de especie pero se cree que su incidencia tiene relación con la cercanía a otros cultivos como el algodón y la vid. En realidad es una plaga poco difundida, y sólo algunas plantaciones fueron afectadas, pero en todos los casos sin mayores daños.

Los "gusanos de tierra" (*Feltia sp.*, *Agrotis sp.*, *Spodoptera sp.*) son más frecuentes en los suelos limosos de las cercanías al Río Seco, aunque su incidencia tiene también relación con la mayor humedad del suelo, la alta densidad de siembra y la mayor cantidad de malezas. Por lo general no representan problema, por que las labores intrínsecas del cultivo (remoción del suelo, aplicación de materia orgánica, etc) son a la vez métodos de control.

Elasmopalpus lignosellus, plaga no registrada para el espárrago en la literatura peruana, aparece en la Pampa de Villacurí en forma agresiva. Hasta el momento son pocos los fundos que mencionaron haber tenido daños de este insecto, sin embargo, coincidieron en que la intensidad de su ataque fue fuerte, tanto así, que obligó, en algunos casos, a hacer un chapodo forzado, como medida inevitable de control. Se pudo comprobar, que esta plaga, muy frecuente de gramíneas, se está desarrollando en fundos que tienen como cortinas rompevientos plantas gramíneas, como el caso del "King grass", de allí que puede deducirse que el insecto pasó de su hospedero principal a un secundario como el espárrago. Aunque se desconoce el comportamiento de este insecto en el espárrago, al parecer mantiene su hábito de perforar e ingresar a sus hospederos por el cuello de la planta, para luego hacer galerías internas en el tallo en forma ascendente, lo que causa en la planta una muerte regresiva. Los productores que han tenido este problema, se muestran muy preocupados al respecto, ya que mencionaron que en los últimos años el incremento de esta plaga ha sido considerable, y que, los hábitos particulares del insecto, hacen que el control sea difícil.

Una plaga de fuerte incidencia en la Costa Central (Valles de Cañete y Chincha) es *Prodiplosis sp.*, mosca Cecydomiidae no se ha registrado en la Pampa de Villacurí.

2. ENFERMEDADES

Las enfermedades, a criterio de los encuestados, tampoco representan mucho problema. Las más importantes son: "Fusarium" (*Fusarium oxysporum fsp asparagi*) y "Cercospora" (*Cercospora asparagi*).

La gran mayoría de esparragueros en la Pampa de Villacurí no realizan labores orientadas a controlar o prevenir la incidencia de estas enfermedades. Si bien es cierto, los problemas relacionados con estas enfermedades no causan mucho daño (o si, pero no son evidentes para el productor), debería tenerse más cuidado, por que ya existen algunos reportes de destrucción de plantaciones (principalmente por el hongo fusarium).

Fusarium se presenta en forma de manchas en los campos. El síntoma es el desecamiento o necrosis en las puntas (muy similar a deficiencia o toxicidad de elementos, de difícil distinción), y en las coronas o raíces se puede apreciar una pudrición. Su incidencia está relacionada con alta humedad en el suelo (o problemas de drenaje y/o salinidad), y además se dice que la manera más común de propagación de estructuras infectivas es mediante los daños causados en la cosecha, al cortar los turiones (y/o en las labores de aporque y desaporque). Este cuadro nos presenta una problemática que cada vez está más latente; es decir, el hecho que la enfermedad no este muy difundida, no quiere decir que un futuro próximo si pueda serlo. El hecho que se pone poco cuidado en prevenir la infección y controlar su avance, sumado a que son, en general, plantaciones jóvenes y que ha medida que las

coronas se desarrollen y tengan mayores daños y mayor susceptibilidad, en suelo, que cada vez será más retentivo, hace necesario advertir al respecto.

Cercospora se presenta, con poca incidencia, con el síntoma de manchas ovaladas de color pardo en tallos y hojas. La mayoría de productores no le da mayor importancia, aunque si muchos, prefieren aplicar algún fungicida al follaje como medida de control (azufre principalmente, con la ventaja de controlar también araña).

3. MALEZAS

La "Verdolaga", el "Rabo de Zorro", la "Hierba del Gallinazo", son entre otras las malas hierbas que más frecuentemente encontramos en los campos esparragueros de Villacurí. Es la misma zona, con sus características de escasez de agua y salinidad, quién determina que estas malezas sean muy bien adaptadas y específicas, y que no haya mucha agresividad, a menos que la plantación sea muy descuidada.

La incorporación masiva de guanos y enmiendas orgánicas en los campos esparragueros está determinando en muchos casos la aparición de malezas foráneas, resultado de la germinación de semillas venidas en estos insumos. Es así, que ya existen campos infestados con malezas más agresivas como la "grama china", "coquito" o "cadillo", y ya hay fundos donde se inician en el uso de herbicidas, debido a que el control mecánico no les da buenos resultados. Los productores, por ejemplo, que abonan con guano de corral, presentan campos más enmalezados que aquéllos que usan guano de invernada o gallinaza.

Los fundos cercanos al Río Seco y que tienen suelos más limosos, es evidente, presentan mayor incidencia de malezas, debido seguramente a la mayor capacidad de retención de agua de estos suelos.

El sistema de riego utilizado, es también determinante en el manejo de las malezas; es lógico que los campos regados a gravedad tienen más malezas que los regados por goteo, y los regados por aspersión tendrán de regular a alta incidencia.

La labor de aporque y desaporque en la producción de turiones blancos y las labores de cultivo y chapodo comunes a espárragos verdes y blancos, son métodos indirectos, pero eficientes de control, y se complementan con labores de "despique" o deshierbo manual, comunes en todos los fundos, según el grado de enmalezamiento. Los que aplican herbicidas, suelen utilizar como producto selectivo al Sencor, y Round-up o H1-Super como productos no selectivos, asperjados, luego del chapodo, para controlar malezas agresivas.

En los fundos del Valle de Ica, los problemas de plagas y

enfermedades son similares a los de Villacurí. Sin embargo, se notó diferencias en cuanto al grado de enmalezamiento, que es mucho mayor y con malezas más agresivas en el Valle. Y esto se debe principalmente, a las diferencia de suelos, que en este caso, son suelos formados, con regular contenido de materia orgánica, suelos muchos años trabajados, y por lo tanto con mayor retentividad, además que tienen mayor disponibilidad de agua y mayores fuentes de infestación de malezas. En el Valle, es muy común la utilización de herbicidas y permanente desmalezamiento.

g) AGOSTE

La realización o no del agoste, y de hacerlo, cuánto tiempo es el más adecuado, es un tema muy discutido y de diversas opiniones en la zona.

La gran mayoría de los esparragueros en Villacurí realizan el agoste, aunque hay algunos pocos que no lo hacen. Los primeros, al parecer agostan más por costumbre y ahorro de agua que por mejores resultados, y esto se comprobó por el deseo de éstos de no agostar en las siguientes campañas en vista de los buenos resultados de los productores que no agostaron.

El agoste consiste en dejar de regar un tiempo la plantación, generalmente esperando la maduración de los frutos del tercer brote. Antes del agoste se suele dar un riego un poco más fuerte de lo normal, luego se espera hasta que el suelo y el follaje estén bien secos (relación con maduración y acumulación de nutrientes en las raíces), momento en el que se "chapoda" el follaje, se retira o "pajea" la broza, y se rompe el agoste con otro riego fuerte, después del cual empieza la emergencia de turiones y la cosecha.

El tiempo que dura el agoste, varía fundamentalmente de acuerdo al clima y a la programación del cultivo en el fundo. En verano se suele agostar entre 15 a 30 días, y en invierno de 45 a 60 días. Cabe mencionar que hay productores que consideran más importante el calendario que la fenología del cultivo, y en sus fundos tanto el agoste como la cosecha llevan un tiempo predeterminado, independientemente de otros factores.

Existen reportes de productores de Ica y de la misma Pampa de Villacurí, que indican que hay beneficios de no agostar, frente a agostar. Algunos dicen obtener emergencia más rápida, concentración de la producción y mejor calidad de turiones cuando no agostan; otros creen que tienen mejor rendimiento al no agostar su plantación. En todo caso, lo que si es cierto, es que hay una emergencia más rápida de turiones, y más uniforme, luego del chapodo cuando no se agosta, aunque en este caso, existe el riesgo de aparición de un brote nuevo, que significaría pérdida innecesaria de nutrientes; también es cierto que el agoste significa un stress para la planta. En tal sentido, existen muchas consideraciones a tomar en cuenta, y lo más recomendable sería

realizar investigaciones pertinentes que permitan dilucidar el tema en nuestro medio.

h) OTRAS LABORES CULTURALES

Construcción de tendales o techos

Es una labor que se hace en fundos donde no tienen infraestructura especial para la recepción, clasificación y embalaje de la cosecha de espárragos. De manera rústica se construye una tienda con postes de madera, y pared y techos de arpillera (de color negro en el caso de espárragos blancos). Esta se hace generalmente en la cabecera del campo a cosechar y cerca a una fuente de agua, y se convierte en el centro de movimiento a la época de recolección.

Chapodo

Una vez que se decide iniciar la cosecha, se procede a cortar los tallos aéreos de las plantas. Esta labor se realiza con la ayuda de una lampa, o en el menor de los casos se hace con maquinaria. El corte es al ras del piso. El chapodo mecanizado es más común en la producción de espárragos verdes, que se complementa con el picado y la incorporación de la broza, lo que no se acostumbra en producción de turiones blancos por los problemas subsecuentes en la emergencia de turiones. Cabe mencionar que también se está probando hacer esta labor con la ayuda de ovinos ("chivateo"), que consiste en pastear chivos en el campo antes de hacer el corte; de esta manera la labor se ve facilitada.

Pajeo y Repajeo

Es una labor que consiste en quitar del campo la broza cortada en el chapodo. Generalmente se hace de forma manual, y se lleva estos residuos a las carreteras del fundo para evitar atollamientos, o se utiliza en la alimentación de animales. El repajeo es una labor complementaria que consiste en la limpieza total del campo, antes de la cosecha.

Aporque, Reaporque y Desaporque

Estas labores son específicas para espárragos blancos. Son labores mecanizadas y se realizan con un diseño especial de dos discos de arado, que colocados en forma convergente aporcan y en forma divergente desaporcan.

Las plantas de espárrago están ubicadas en el fondo del surco, y es en esta posición todavía, que se hace el chapodo, es decir se dejan limpios los fondos de surco, luego de lo cual, pasa el tractor cortando los lomos de los surcos y tapando los fondos, de tal suerte que la corona queda cubierta por una capa de suelo, es decir está aporcada. Muchas veces en el transcurso de la

cosecha, por el laboreo mismo que esta consigna, es necesaria una o más pasadas ligeras del tractor para mantener la disposición del aporque, a esto se le llama reaporcar. Finalmente, al culminar la cosecha, se procede a desaporcar, que es exactamente la labor contraria a aporcar.

Descalate

Terminada la cosecha, y hecho el desaporque, se hace necesario limpiar los fondos de los surcos, y para tal efecto, se usan lampas en una labor básicamente manual, en la que se quita una rebaba de suelo que muy comúnmente queda al medio del fondo del surco en el desaporque. En esta labor además se aprovecha para eliminar con la lampa, las malezas que pudieran estar presentes.

Tomeo

Como muchas veces se destruyen las acequias y contraacequias y las tomas de cabecera (refiriéndonos a riego por gravedad) durante las labores (principalmente las mecanizadas), es necesario reconstruirlas para mantener la continuidad del riego, y es a eso a lo que se refiere esta labor; es decir el tomeo significa la reconstrucción (o la nueva construcción) de acequias, contraacequias y tomas de cabecera en forma manual y con la ayuda de lampas.

i) UTILIZACION DE JORNALES Y MAQUINARIA POR LABORES

JORNALES

Hay que destacar, primeramente, una excesiva variabilidad entre el número de jornales utilizados en cada labor en cada fundo (cuadro 5.17.), lo que indica, que definitivamente, aparte de las condiciones particulares propias de cada fundo, y la edad de la plantación en cada fundo, que explican en parte la diferencia de utilización del recurso humano, existe cierto grado de ineficiencia; es decir hay sub o sobreutilización de este factor (mas adelante se analiza en la función de producción).

La dirección y programación de las labores juegan un rol importante en tal sentido. Hay fundos con tecnología definida, en los cuales se programa con anticipación las labores, donde los imprevistos, tan comunes en el campo, son superados sin perjuicio del rol de actividades, en los cuáles, se lleva un cuaderno ordenado de costos y requerimientos de mano de obra por labor, y como tal se acercan más a la eficiencia, no siendo así en otros fundos que la desorganización logra desbaratar todo lo pre-establecido, conllevando ello a la ineficiencia.

En segundo lugar, cabe mencionar, que es evidente que el cultivo demanda gran cantidad de mano de obra (cuadro 5.15.) (si lo comparamos a otros cultivos comunes en la Costa); y esta situación es de sobremanera relevante, por cuanto existe alta

oferta de recurso humano (alta tasa de desocupación). El promedio de utilización de jornales por hectárea por campaña en Villacurí es de 160, lo que significa una utilización de más de 85 000 jornales por campaña en las 530 ha en la Pampa de Villacurí, sólo para el cultivo del espárrago.

En tercer y último lugar, es de destacar, que la labor de cosecha (corte, acarreo y selección) es la que más jornales consume; en promedio, más del 78% de los jornales de una campaña de producción se usan en la cosecha. Esto además indica, que el requerimiento de mano de obra, se concentra, en los fundos, en las épocas de cosecha, condicionando una suerte de trabajo eventual y migratorio de fundo a fundo, siendo a veces necesario traer gente de otras zonas, en época de alta demanda. Sin embargo, este problema, ha sido superado en parte en algunos fundos en los que se trata de cosechar, mediante una programación adecuada, durante todas las épocas del año (fundos en los que hay varios lotes).

La necesidad de mano de obra para la labor de riego, en el cultivo de espárrago, variará principalmente, de acuerdo al sistema de riego utilizado. Los que riegan por gravedad, requerirán de 10 a 15 jornales por hectárea al año, dependiendo de las distancias, nivelación, tipo de suelo, y sobretodo el tamaño del lote. Cuanto mayor sea el área a regar en un lote (hasta cierto límite), determinará que los jornales por ha sean menores; por ejemplo para regar 8 ha, se requieren en promedio 11 jornales, mientras que si regamos 2,5 ha, el requerimiento aumenta a 15,60 jornales. En el riego por goteo, es de esperar menor utilización de mano de obra, y en la zona en promedio, se utilizan de 5 a 9 jornales/ha/año; pero esta no es una diferencia considerable, si consideramos que se trata de riego altamente tecnificado, y la explicación radica, en que se necesita un servicio técnico de los mecanismos instalados, controlar los tiempos y volúmenes de riego, y como se trata de riego de alta frecuencia, se necesita una o más personas a tiempo completo, encargadas sólo del sistema.

El abonamiento, como ya se vio anteriormente, es una labor que varía entre fundos, principalmente por la cantidad de enmienda orgánica aplicada en cada unidad particular; y es así que los jornales utilizados para esta labor en cada fundo varían también considerablemente.

Los jornales utilizados en la parte de sanidad del cultivo (aplicación de fungicidas, insecticidas, deshierbos, etc) dependen en gran medida del grado de mecanización; sucediendo, que el requerimiento de mano de obra es mínimo, cuando se usa la maquinaria en forma intensa.

El requerimiento de mano de obra para el chapodo varía desde 1,50 hasta 12 jornales por hectárea; variación que puede ser explicada por las diferencias en edad de plantación, diferencias en desarrollo del follaje y condiciones intrínsecas de manejo en cada fundo. Algunos fundos hacen el chapodo completo en forma mecánica.

La cosecha es la labor que mayor cantidad de mano de obra consume en cada campaña, debido a que se trata de un período de tiempo, que muchas veces se prolonga de 1, 2 ó más meses, en los cuáles el requerimiento de personal es intenso, tanto para el corte, acarreo o selección. El número de jornales utilizados para la cosecha en cada fundo es muy variable, y la razón está relacionada a la producción, de tal modo que para los rendimientos elevados, siempre se verificará un elevado número de jornales utilizados, o relacionada a las condiciones de cada fundo, así hay productores que prefieren utilizar hasta 7 jornales por ha por día de cosecha, mientras que hay otros que utilizan menos de 2 jornales. Los que cosechan escarbando, cortando y tapando son los que demandan 7 jornales, siendo los de menor requerimiento los que cosechan espárrago verde los que requieren menos jornales, para un promedio normal de entre 2 a 3 jornales/ha/día de cosecha.

El descalate demanda normalmente entre 3 y 4 jornales/ha/campaña.

Las labores como deshierbos, tomeo y pajeo varían mucho entre fundos y por ello su demanda de jornales es particular para cada observación.

El total de jornales/ha/campaña varía de 55 hasta 360, con un promedio de 160, siendo evidente una relación directa entre el número de jornales y la producción.

Es pertinente acotar que la cantidad de mano de obra también cambia de campaña a campaña, aumentando ha medida que avanza la edad de la plantación, hasta llegar a un punto en el que se mantiene, a partir del cuál, empieza a disminuir.

CUADRO 5.17.: UTILIZACION DE JORNALES POR LABOR Y FUNDO

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

No	A	B	C	D	E	F	G	H	I	TOT.
01	11,3	5,6			1,5	15,0	2,0	2,2	18,0	55
02	12,0	5,7		0,8	5,1	231		2,9	20,3	278
03	15,2	4,8		0,4	3,2	54,0	4,8	1,8	7,3	92
04	13,7	4,8		0,6	3,4	65,0	4,8	3,3	7,9	103
05	15,6	2,4		1,0	4,0	144	4,0	0,8	12,0	184
06	6,8	4,3		1,0	4,3	105	9,3	1,3	7,5	134
07	11,1	12,3	1,0	0,3	6,4	209	3,3	5,33	22,4	271
08	11,4	5,2	1,3		2,9	118	2,6	2,4	7,7	152
09	7,3	5,0		0,7		122	2,5	1,7	31,3	171
10	4,1	4,9	1,3	0,8	6,0	12,0	9,0	2,0	4,0	44
11	22,8	1,6		0,4	2,4	144	2,4	0,6	16,0	190
12	16,4	1,2		1,0	2,0	45,0	3,0	3,0	6,0	78
13	16,8	1,2		0,6	4,0	42,0		2,0	6,1	73
14	9,5	7,0		0,5	5,0	60,0	3,8	0,5	18,3	104
15	5,1	4,0		1,0	7,0	246	2,0		17,2	287
16	5,1	4,0		0,3	7,0	330	2,0	1,0	15,0	368
17	5,2	3,0	0,5	1,8	1,8	54,6		1,0	5,0	74
18	5,0	6,0		1,8	2,0	97,5	2,8	1,7	4,8	122
19	12,0	6,0		2,0	4,0	112	1,2	1,4	6,1	145
20	6,9	7,5	2,5	1,3	4,6	80,4		3,6	4,0	111
21	12,5	15,0	1,0	1,0		160	3,0	2,7	10,0	205
22	7,3	5,0		1,0	7,0	140	3,0	3,0	7,0	173
23	8,0	12,0			12,5	120		3,8	6,0	162
24	5,9	7,5			11,3	203	11,3	3,4	10,2	252

x	10,6	5,7	1,3	0,9	4,9	123	3,7	2,2	11,3	160
25	12,3	3,0		1,5		96,0	3,5	3,8	5,3	125
26	9,1	4,3		1,2	4,2	120	4,8	4,5	6,0	154
27	11,0	2,3	1,5	0,9		150	4,3	5,2	7,5	183

DEL CUADRO 5.17.:

**A=RIEGOS ,B=ABONAMIENTO ,C=FERTILIZACION ,D=SANIDAD ,E=CHAPODO ,F=COSE
CHA ,G=DESCALATE ,H=DESHIERBOS ,I=OTROS (TOMEIO ,PAJEO ,etc)**

MAQUINARIA

La utilización de máquina en el cultivo de espárrago, se refiere a las labores en las que interviene el tractor y sus diferentes implementos. Estas labores, se refieren básicamente al aporque y desaporque (espárragos blancos), cultivos, acarreo de enmiendas orgánicas, aplicación de productos agroquímicos y chapodo. El cuadro 5.18. muestra el nivel de utilización de maquinaria por cada fundo.

Muchos productores suelen aplicar los insecticidas, fungicidas y eventualmente abonos foliares utilizando una motobomba instalada a la toma de fuerza del tractor, con lo que se demora de 0,15 a 1,00 hora/ha/aplicación.

Los que hacen chapodo mecanizado requieren de 2 a 4 horas máquina/ha/campaña. Siendo mayor el tiempo requerido en el caso de que incorporen la broza (espárragos verdes), que cuando sólo la retiran.

El aporque incluye labores previas como el pasado de puntas (gradas de puntas) y el pasado de gradas de discos, al igual que el desaporque, que incluye un pasado de puntas. Estas dos labores, son las que demandan mayor cantidad de horas máquina ya que son labores cuidadosas y requieren un conductor especializado. Para el aporque se requiere en promedio 3 horas máquina y para el desaporque 2 horas.

El número total de horas máquina utilizadas por hectárea y por campaña varía regularmente entre fundos, desde 4 a más de 10, siendo las principales fuentes de variación: el tipo de espárrago cultivado, la edad de la plantación, la producción, el tipo de máquina, y la eficiencia de uso. Esto se puede observar en cuadro 5.16.

Existe mucha similitud en cuanto al uso de los recursos humanos y recursos mecánicos respecto a los fundos del Valle de

Ica, frente a los de Villacurí.

CUADRO 5.18.: HORAS MAQUINA POR LABOR Y POR FUNDO

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

No	SANI- DAD	CHAPO- DO	APOR- QUE	ABONA- MIENTO	DESA- PORQUE	OTROS	TOTAL
01			2,0	0,25	1,0	1,0	4,25
02	1,43		1,71	0,8	1,71	1,5	7,15
03			3,4	0,75	2,6	0,45	7,20
04	0,15		2,9	0,6	3,2		6,85
05			4,8	3,2	2,4	1,0	4,30
06	0,5		1,5	0,3	1,0	1,0	4,30
07	0,43		3,8	4,73	2,25		11,21
08	0,67		3,4	2,8	2,27		9,14
09		2,17	4,34	0,2	2,17	2,0	10,88
10			3,0	0,5	1,5	1,0	6,00
11			3,2		1,6	1,35	6,15
12	0,2		4,2	0,3	2,8	0,2	7,70
13	0,4		2,8	1,02	2,0	1,5	7,72
14			2,0	0,65	2,5	2,0	7,15
15	0,5			2,2		2,0	4,70
16	0,45		2,3	2,2	2,3	2,0	9,25
17	0,45		1,37	1,82	1,0	1,0	5,64
18	0,51		3,5	0,1	1,8	1,3	7,21
19	0,36		2,0	0,14	1,71	1,0	5,21
20	0,8		2,5	0,4	2,19	2,19	8,08
21	0,25	4,0		6,0		0,5	10,50
22	1,0			2,4		1,0	4,40
23			3,0	2,5	2,0	0,75	8,25
24	0,75		3,28	1,3	1,59	0,25	7,17

x	0,55	3,09	2,90	1,53	1,98	1,19	
25	0,6	2,2		1,65		1,2	5,65
26	0,88		2,8	0,44	2,4	1,0	7,52
27		2,0				1,0	3,00

j) DURACION DE LA CAMPAÑA PRODUCTIVA

Los cuadros que se muestran a continuación (5.19. y 5.20.), nos ilustran lo que sucede en realidad en la Pampa de Villacurí. Se trabajó con datos aportados por los mismos productores (en la mayor de las veces), y con datos generados en base a la información que ellos mismos brindaron.

En primer lugar, se puede afirmar, sin temor a equivocarse, que no es cierto que se logren 2 campañas de producción en un año, ni tampoco, 3 campañas en dos años. El cuadro 5.19. demuestra que en promedio, sólo se realiza una campaña al año, aunque si es cierto que hay productores que en general cosechan más de una vez al año con buenos resultados; habiendo también fundos que no llegan a una cosecha al año. Hay otros pocos esparraqueros que, calendariamente, han pretendido obtener dos cosechas en un año, pero no tuvieron buenos resultados.

Al parecer, el hecho que la cosecha demora, muchas veces, un período prolongado, es el que determinó la creencia de dos cosechas al año. Sucede que se suele contar el tiempo de una campaña como el período comprendido entre el final de una cosecha y el inicio de la siguiente, situación en la que se obvia un período de cosecha, que si está comprendida en la campaña. Y esta circunstancia es especialmente relevante considerar en proyectos de factibilidad económica del cultivo.

El gráfico 5.9. muestra el tiempo de duración de las campañas por fundos en forma esquemática, distinguiendo los períodos de cosecha en cada campaña, desde el momento de la instalación hasta el mes de marzo de 1993. Para tal efecto se han tomado datos de los lotes más representativos de cada fundo. En este cuadro se puede apreciar mucha variación entre la duración de campañas entre fundos (aunque en el mismo fundo también hay diferencias), y esto obedece principalmente a 2 motivos: diferencias de criterio de manejo en los diferentes fundos y diferentes épocas de las campañas.

El cuadro 5.19. presenta los tiempos, por fundos, en cada una de las campañas; allí se evidencia, en general, que el período de producción va disminuyendo a medida que avanzan las cosechas, hasta estabilizarse en la quinta o sexta campaña.

En el cuadro 5.20. se enfoca de otra manera el tiempo de producción; se hace un promedio aritmético del tiempo consumido, entre el número de campañas, hallándose el tiempo promedio por campaña en cada uno de los fundos. Los resultados confirman lo antes señalado.

Actualmente hay una gran inquietud al respecto por parte de los productores, quiénes están buscando maneras de acortar su período productivo y/o controlar la mejor época de producción. Surgiendo de ello como la principal alternativa, reducir el

período vegetativo, cambiando el momento de cosecha al segundo brote (que se acostumbra al tercero). Las experiencias al respecto, todavía no son contundentes, pero los esparragueros que han probado, mencionaron estar satisfechos con los resultados. Al parecer el tiempo ahorrado justifica el descenso del rendimiento.

CUADRO 5.19.: TIEMPO POR CAMPAÑAS Y POR FUNDOS (MESES)

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

No	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA	SEXTA
01	8,0	14,5				
02	19,8	15,2	12,9	15,8	13,0	
03	15,4					
04	17,0	13,4				
05	19,1	12,4	11,9	12,6		
06	17,5	10,0	11,3			
07	12,0	10,5	8,6	9,0	7,7	9,9
08	11,0	9,3	10,2			
09	9,0	12,0	10,0	10,0	10,0	12,8
10	10,8					
11	12,9	10,6	10,3			
12	8,9	9,0				
13	12,5	9,8	10,2	8,7		
14	13,2	8,9	11,7	10,0		
15	18,7	13,3	13,0	12,7		
16	17,0	11,9	13,3	13,1		
17	13,0					
18	15,5	13,6	12,0			
19	14,4	6,9	6,7			
20	17,6	13,1				
21	10,6	13,7	11,7	11,5		
22	11,4	5,3	7,2	4,6	7,3	
23	13,0	7,7	12,3			
24	15,1	11,7	11,4	11,6	12,5	
25	9,5	12,0	12,0			
26	12,0	11,0	9,0			
27	18,5	7,1	7,7			

CUADRO 5.20.: TIEMPO PROMEDIO POR CAMPAÑA POR FUNDO (MESES)

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

No	INSTALACION	FIN ULTIMA CAMPAÑA	MESES	No CAM- PAÑAS	MESES/CAM- PAÑA
01	DIC 1990	OCT 1992	22,50	2	11,25
02	SET 1987	ENE 1993	63,70	4	15,93
03	OCT 1992	FEB 1993	15,40	1	15,40
04	JUN 1990	DIC 1992	30,40	2	15,20
05	JUN 1989	ENE 1993	43,40	33	14,47
06	SET 1990	NOV 1992	38,80	3	12,93
07	MAY 1987	MAR 1991	46,60	6	7,77
08	JUL 1900	JUN 1992	22,40	2	11,20
09	JUN 1987	OCT 1992	63,80	6	10,63
10	JUN 1991	ABR 1992	10,80	1	10,80
11	ABR 1990	FEB 1993	33,80	3	11,27
12	MAR 1991	SET 1992	17,90	2	8,95
13	MAR 1989	AGO 1992	41,20	4	10,40
14	ENE 1989	AGO 1992	43,80	4	10,95
15	MAR 1988	DIC 1992	57,70	4	14,43
16	FEB 1988	DIC 1992	55,30	4	13,83
17	FEB 1992	MAR 1993	13,00	1	13,00
18	NOV 1989	ABR 1992	29,10	2	14,55
19	OCT 1990	ENE 1993	28,00	3	9,33
20	JUL 1990	ENE 1993	31,00	2	15,50
21	SET 1988	AGO 1992	47,50	4	11,88
22	ENE 1990	ENE 1993	35,80	5	7,16
23	FEB 1991	OCT 1992	20,70	2	10,35
24	NOV 1987	ENE 1993	62,30	5	12,46
25	FEB 1990	DIC 1992	34,00	3	11,33

26	SET 1989	OCT 1991	37,00	3	12,33
27	NOV 1990	ENE 1993	33,00	3	11,00

k) COSECHA

En el cultivo de espárrago, la cosecha es un período de variable duración, en el cual se extrae producto diariamente.

Consiste generalmente en una labor asignada en forma de "tarea", en la que se destina determinado número de "rayas" (líneas o surcos) a cada uno de los cosechadores, quienes recorren éstas cortando los turiones (blancos o verdes), y los colectan en su "capacha" (bolsa atada a la cintura), la que vacían en una "jaba" (cajón de plástico) al llegar al extremo del surco. El "acarreador" es quien recoge estas jabas cuando están llenas y las lleva al "techo". En el techo hay un grupo de gente que se encarga de seleccionar los turiones por tamaño, grosor y tipo de punta, de cortarlos según el tamaño convenido con la planta procesadora, y de mantener frescos los turiones, rociando constantemente con agua las jabas.

La jornada empieza temprano en la mañana, y se acostumbra hacer varias "pasadas" (varios recorridos) en la mañana y en la tarde, según como vaya la producción de las plantas. Al final del día se transporta el producto hacia las plantas procesadoras (generalmente hacia Ica).

Un mayordomo o capataz, en coordinación con el Ingeniero de Campo, es quien se encarga de supervisar el normal desarrollo de esta labor.

Casi todos los productores acostumbran seguir una estadística de la cosecha, lo que significa tabular y graficar la producción, por calidades, según el día. Refirieron haber encontrado una curva de cosecha, que aproximadamente se repite en cada una de las campañas; la cual sigue la siguiente tendencia: La producción diaria se incrementa rápidamente, durante los primeros 15 a 20 días, que es cuando, generalmente, alcanza su pico; luego puede mantenerse en este nivel por algunos pocos días, pero comúnmente, empieza a decrecer lentamente (aunque no mucho), hasta encontrar un punto, en el cual permanece casi constante durante un buen período, al término del cual, según sea el caso, el rendimiento diario decrece en forma paulatina y lenta, o lo hace de manera brusca y rápida. Este conocimiento permite a los Ingenieros enmendar errores y tomar decisiones de manera rápida.

Existen peculiaridades en la manera de cosechar. Por ejemplo, hay productores que realizan la cosecha de turiones blancos, escarbándolos, utilizando un cuchillo común para el corte (el cual no daña lógicamente ni otros turiones ni la corona). Después, el cosechador debe cubrir el hoyo realizado en el escarbe y las demás tareas son similares. La diferencia es que con este método se utilizan entre 5 a 7 jornales/ha/día (frente 2 ó 3 en el método

tradicional); sería pertinente investigar específicamente a tal respecto. Hay otros productores, en el caso de espárragos verdes, que han desarrollado una metodología de cosecha más ágil, en la cual el cortador, sólo se encarga de cortar los turiones, sin recogerlos del suelo; atrás un acarreador los levanta y los acomoda en una jaba, que inmediatamente es llevada a la selección. Afirman cosechar en este sistema con sólo 1,5 jornales/ha/día.

Mayormente para el caso de espárragos verdes, los productores, acostumbran tener algunas instalaciones especiales, frescas, donde mantener los turiones hasta el momento de su transporte, por la tendencia de este producto de florear y deshidratarse con facilidad.

Epoca de cosecha

La cosecha de turiones blancos, se hace, en la zona, indistintamente en cualquier época del año, dependiendo de la decisión o programación y del desarrollo fenológico. Aunque algunos, por precio y/o calidad, prefieren estacionalizar sus cosechas, por ejemplo a los meses de Noviembre a Enero. En el caso de espárragos verdes, la experiencia enseñó que cosechar este tipo de espárragos en épocas calurosas, significa una alta incidencia de floreados (o en general de baja de la calidad); por ello, se acostumbra hacerlo en épocas frías como en el invierno, o al menos en meses templados como Abril, Mayo, o Setiembre a Noviembre.

Frecuencia de cosecha

En espárragos blancos, la cosecha es diaria, 2, 3 e incluso 4 veces en el día, dependiendo de la época en la que se encuentre y de la cantidad de producto en el campo. Los que hacen 2 pasadas, una la hacen en la mañana, y la otra en la tarde; los que hacen tres pasadas, generalmente, dos son en la mañana y una en la tarde; cuando son 4, dos en la mañana, y dos en la tarde. Se acostumbra hacer la primera pasada a la 7:00 horas, y cada una de las siguientes dejando pasar un tiempo prudencial como 3 ó 5 horas, teniendo en cuenta que el crecimiento de los turiones es increíblemente rápido.

En espárragos verdes, la frecuencia es más distanciada, y esto en función a que los turiones son visibles sobre la superficie y la época en que se cosecha no permite rápida emergencia. Se acostumbra hacer una pasada diariamente, aunque hay quiénes hacen una pasada cada dos días. Esto determina períodos de cosecha más prolongados.

Duración de la cosecha

Depende básicamente de la producción; en general si hay una buena producción, constante a lo largo del período de cosecha, ésta se prolonga, ocurriendo lo contrario, cuando los rendimientos diarios son pocos. Esto también dependerá del número de cosecha en que se encuentre el campo en cuestión, así, no se exigirá mucho en

la primera cosecha, lo que si para una cuarta o subsiguiente campaña.

En la primera campaña se acostumbra dar un tiempo de duración de cosecha según calendario, de 15 a 30 días, no pasando este último límite, a fin de evitar problemas de sobrecosecha. Para la segunda y subsiguientes campañas se acostumbra cosechar durante 40 a 60 días, notándose cierta alternancia entre el tiempo de cosecha en campañas seguidas, aumentando el tiempo en algunas, y disminuyendo en otras.

El cuadro 5.21. muestra la duración de las cosechas en cada observación.

Indicadores de cosecha

El indicador de inicio de la cosecha (o indicador para chapodar), es, a consenso de los productores el fruto pintón o maduro del tercer brote (algunos están probando con el segundo brote), follaje y suelo seco, e incluso mayor incidencia de arañita roja. También es tomado en mucha consideración cuestiones ajenas a la fisiología, como cuestiones relativas al mercado y al precio.

Hay varios indicadores de fin de cosecha, que son usados por los productores en la zona. El más difundido es el de kilaje diario cosechado por hectárea: mayormente cuando la cosecha alcanza un nivel de 50 Kg/ha/día, la decisión es "cerrar" el campo; aunque esto es relativo, por que existen evidencias, de lotes que no disminuyen de un nivel de producción mayor a 100 Kg/ha/día, tomando la decisión de acabar la cosecha por otros indicadores.

Otro buen indicador usado, es la incidencia de turiones picnic; cuando el porcentaje de estos alcanza 15%, se cierra el campo.

Hay quiénes, también usan como indicador de fin de cosecha, la suma total de cosecha; es decir que cuando creen que el campo ya rindió lo esperado (por ejemplo 3 200 Kg para la primera campaña y 7 000 Kg para la segunda), terminan la extracción.

En general, se puede decir que cada productor, o en cada fundo se toman decisiones en base a varias consideraciones, particulares en cada caso, por ello sería relevante investigar al respecto y dar pautas que puedan ser tomadas en consideración para aumentar la eficiencia. No es conveniente que se sobrecosecha, ni que se deje de cosechar antes de tiempo.

CUADRO 5.21.: DURACION DE LAS COSECHAS (EN DIAS) POR CAMPAÑA
"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

No	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA	SEXTA
01	30	45				
02	30	42	65	70		
03	20					
04	30	40				
05	30	35	60			
06	15	45	65			
07	10	30	60	30	45	60
08	30	40	80			
09	30	60	45	60	45	65
10	15					
11	35	45	50			
12	20	40				
13	30	50	60	45		
14	10	30	45	45		
15	330	55	45	60		
16	20	60	75	60		
17	30					
18	25	50				
19	20	30	30			
20	25	45				
21	30	85	80	85		
22	15	30	40	30	45	
23	20	42				
24	15	50	45	45	45	
x	22,5	45,2	55,3	53	45	62,5
25	30	60	60			
26	30	45	50			

27	38	52	39			
----	----	----	----	--	--	--

1) RENDIMIENTOS

En el cuadro 5.22. se muestran los rendimientos de cada uno de los fundos esparragueros de la Pampa de Villacurí. Para tal efecto, se han tomado datos promedios de los lotes del fundo o los datos del lote promedio o del lote más representativo de cada fundo.

La información consigna rendimientos de las campañas productivas de cada fundo, y aunque lo ideal sería analizar la vida completa productiva en cada observación, la edad de las plantaciones no lo permiten.

Como existe mucha diversidad en cuanto al tiempo gastado en cada campaña y en cada unidad particular, se hace relevante estandarizar el volumen producido por unidad de tiempo. El cuadro 5.23. presenta estos datos: rendimiento por fundos, por campaña, corregidos al tiempo de un año (12 meses).

El cuadro 5.24. ilustra la calidad del producto cosechado, en promedio.

Es muy saltante observar en ambos cuadros gran diferencia en cuanto a resultados (rendimientos y calidades) entre fundos, y éstas, son el argumento de la presente investigación; por ello, a continuación se analiza en forma particular, fundo por fundo (observaciones), con el fin de explicar esos resultados, valiéndonos de los factores de producción antes comentados; veamos.

CUADRO 5.22.: RENDIMIENTOS POR CAMPAÑAS EN Kg/ha

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

No	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA	SEXTA
01	920	980				
02	1200	2723	3600	3800	8000	
03	1300					
04	500	2000				
05	1200	2800	6640	10430		
06	500	1100	2700			
07	2710	5966	9559	5670	7901	8971
08	1824	3660	6028			
09	2200	4600	6500	6900	7200	7023
10	270					
11	900	2400	3600			
12	1000	2500				
13	2000	2600	4000	6000		
14	900	2000	2500	3500		
15	3000	6000	7000	9200		
16	1570	8500	11376	14205		
17	2850					
18	800	1750	3750			
19	2500	5000	8000			
20	2000	2420				
21	3000	8000	10000	12000		
22	300	700	1900	2000	2500	
23	3200	7000	12500			
24	150	400	650	1552	3600	

x	1533,08	3428,52	6488,41	6841,55	5840,20	7997,00
25	3000	7000	10000			
26	1800	4125	5375			
27	691	1070	1871			
x	1830,33	4065,00	5748,67			

CUADRO 5.23.: RENDIMIENTOS EN Kg/ha (ESTANDARIZADOS 1 AÑO)

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

No	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA	QUINTA	SEXTA
01	1380	811				
02	727	2150	3349	2886	7385	
03	1013					
04	353	1791				
05	794	2710	6696	9913		
06	343	1320	2867			
07	2666	6818	13338	7560	12313	10874
08	1990	4723	7022			
09	2933	4600	7800	8280	8640	6584
10	370					
11	837	2717	4194			
12	1348	3333				
13	1920	3184	4706	8276		
14	818	2697	2564	4200		
15	1925	5414	6462	8693		
16	1108	8571	10264	13012		
17	2631					
18	619	1544	3750			
19	2083	8696	14328			
20	1364	2217				
21	3396	7007	10256	12522		
22	316	1585	3167	5217	4110	
23	2954	10909	12195			
24	119	410	684	1606	3456	

x	1373,63	3962,24	6684,82	7471,36	7180,80	8729,00
25	3789	7000	10000			
26	1800	4500	7167			
27	448	1808	6694			
x	2012,33	4436,00	6694,33			

CUADRO 5.24.: PARAMETROS DE CALIDAD EN PROMEDIO POR FUNDO

**"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"**

No	TURIONES BLANCOS	TURIONES VERDES
01	42,50% de A y B	
02	60,00% de A y B	
03	57,00% de A y B	65,00% EXPORTABLE
04	35,00% de A	
05	65,00% de A y B	
06	51,00% de A y B	
07	70,00% de A y B	
08	65,00% de A y B	
09	60,00% de A y B	45,00% EXPORTABLE
10	41,00% de A	
11	55,00% de A y B	
12	62,50% de A y B	
13	70,00% de A y B	
14		55,00% EXPORTABLE
15	68,00% de A y B	
16	65,00% de A y B	
17	60,00% de A y B	
18	48,00% de A y B	
19	70,00% de A y B	
20	33,00% de A	
21		57,00% EXPORTABLE
22		20,00% de A
23	55,00% de A y B	
24	53,00% de A y B	

OBSERVACION = FUNDO

- OBSERVACION 1:	1a CAMP.	2a CAMP.	CALIDAD PROM.
	1380	811	42,50% A y B

La primera cosecha fue aceptable, comparada con la de otros fundos, muy cercana al promedio. Sin embargo, esperándose un incremento para la segunda campaña, la segunda cosecha es realmente pésima y antieconómica. La calidad promedio en ambas cosechas, puede ser regular para un primer corte, no así para el segundo.

Analizando los factores de producción que estarían causando esta situación, vemos que:

- El costo del agua no es un factor limitante, pues está dentro de los límites aceptables para la zona, aunque es de observar, que el agua demora aproximadamente una hora y media en llegar del pozo a los lotes de riego, hecho que afecta en la eficiencia de esta labor. Sucede que el pozo se encuentra en el potrero habitado del fundo y los lotes esparragueros (únicos sembrados), se ubican en los límites más lejanos; talvez es un recurso utilizado por el propietario para garantizar la seguridad de sus terrenos.

- El tipo de espárrago planeado a la siembra, fue el verde, sin embargo, se optó por cosechar (las dos veces) en blanco. Definitivamente un distanciamiento de siembra de 1,75 m entre surcos y de 0,15 m entre plantas, y más aún, a una profundidad de 0,08-0,15 cm, han determinado mucho daño a las coronas en la primera cosecha, lo que se vio reflejado en el segundo corte. Es probable, que de seguir esta situación, los daños sean cada vez más graves.

- Existen evidencias de mal manejo, mala dirección y cambios constantes, en labores como riegos, abonamiento y fertilización y cosecha. Dependiendo de la disponibilidad económica y/o fuentes de financiamiento del propietario. Esto significa, por ejemplo, riegos menos frecuentes por falta de crédito en petróleo para el pozo, o también, pobre abonamiento, y fertilización fuera de época, o algo que también a sucedido, es, sobrecosecha (primera cosecha), en un intento de extraer la mayor cantidad de producto y recuperar lo máximo de la inversión, sin considerar que ello podría significar un detrimento en toda la vida productiva de la plantación. Aún más claro ejemplo de esta situación, es el hecho, que luego de la segunda cosecha, al no obtenerse buenos resultados, se abandonaron los tres lotes esparragueros del fundo, es decir se dejó de regar por más de 5 meses. Transcurrido este tiempo, se pretendió "abrir" uno de los campos, regándolo, y empezando a cosechar seguidamente; como es de esperar esto no fue posible.

- Al margen de la labor en si, los niveles de abonamiento y fertilización han sido muy bajos en comparación a los normalmente

acostumbrados en la zona. Puede afectar también el abonamiento y fertilización (que los hacen juntos) por golpes, con lampa, al costado de las coronas, que están muy cercanas a la superficie.

- Es importante comentar que no tuvieron consideraciones de la fenología de la planta para hacer labores como chapodo, cosecha, abonamiento, etc. Se supo que se sembraron plántulas de tres meses de almácigo, las cuales se dejó crecer ocho meses calendariamente en el campo definitivo, tiempo en el cual empezaron la primera cosecha. Para la segunda cosecha, por ello, tuvieron que esperar 14,5 meses, y a pesar de esto, no tuvieron buenos resultados.

OBSERVACION 2: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. 4a CAMP. 5a CAMP.
727 2150 3349 2886 7305

CALIDAD PROMEDIO: 60,0% de A y B.

De la primera a la cuarta cosecha, los rendimientos fueron bajos, aunque en la quinta, la producción fue aceptable. La calidad en promedio, se mantuvo buena durante las cosechas.

La explicación a esta situación se analiza a continuación:

- Una consideración muy importante a tener en cuenta, es la limitación que representa los niveles altos de salinidad (8,1-15 dS/m) y muy altos de sodificación (mayor de 15 dS/m) en los suelos de este fundo. Y también esto tiene relación con la frecuencia y duración de los riegos. Refiriéndonos a un lote promedio de riego por gravedad y en espárragos del tipo blanco (por que también se cultivan espárragos verdes y con goteo), los riegos que se acostumbran hacer son fuertes y distanciados, tanto en período de crecimiento como en cosecha, ya que riegos más ligeros y frecuentes -como menciona el propietario- propician la aparición de costras de sales en el lomo de los surcos, muy perjudiciales, sobretodo en el momento de la cosecha, que conllevan a la aparición de turiones torcidos de mala calidad, y mayor incidencia de turiones "oxidados". Por su parte, los riegos fuertes y distanciados en cosecha promueven la aparición de turiones resquebrajados por el golpe de agua. En el campo, se observan claramente "manchas" de plantas más pequeñas, amarillentas y decaídas, con brotes quemados, como evidencia de zonas de mayor concentración salina.

- Otro factor importante, que es a la vez una manera de contrarrestar el problema anterior, es la utilización de enmiendas orgánicas, que en este fundo se utilizaron en un nivel bajo (como sustrato de fertilizante). Tal vez por ello, el problema de salinidad y sodificación han demorado cuatro campañas antes de estabilizarse con la tolerancia del cultivo, tanto por la materia orgánica propia aportada por el cultivo (y todas las ventajas que de ello devienen), como por los riegos fuertes durante estas campañas, que tuvieron efecto de lavado del suelo; de ahí que se observe una quinta cosecha bastante aceptable. Es probable que en adelante, y si se mejora un poco el manejo del riego y la materia

orgánica, los rendimientos se normalicen.

- En este fundo acostumbran cosechar luego del segundo brote, sin esperar a que éste este maduro, teniendo como indicadores más importantes el mercado y los precios para iniciar el corte; pudiendo por ello verse afectado el rendimiento.

- Los niveles aplicados de N-P-K son altos (200-200-200); inclusive se trata de partir la aplicación del nitrógeno en varias oportunidades (hasta en cinco), por lo que se puede estimar que el nivel nutricional -o al menos de elementos mayores- es bueno; sin embargo la salinidad y sodificación de los suelos no serán mejorados desde este punto de vista.

OBSERVACION 3: 1a CAMPAÑA	CALIDAD PROMEDIO
1013	57,0% de A y B

Un rendimiento de poco más de 1000 Kg para la primera campaña, puede ser considerado como regular para la zona, y algo prometedor para las siguientes campañas. La calidad obtenida en esta primera campaña no es muy buena, pero se espera mejorías para las siguientes cosechas.

Como se explica este rendimiento y esta calidad para la primera campaña, veamos:

- Un factor limitante importante en este fundo es la excesiva salinidad del agua de su único pozo. (C6S4=excesiva salinidad, excesiva sodicidad). Reportaron haber tenido problemas de mortandad de plántulas en almácigo luego del riego. Además que aplicaron poco volumen de agua (10000 m³ para la primera campaña de 15 meses), con riegos algo fuertes y distanciados. El agoste, realizado en primavera, fue excesivo, de 60 días.

- La dosis de materia orgánica aplicada en esta primera campaña fue baja y además aplicada en mal momento, a los 45 días de la instalación.

- Se evidenció también claras deficiencias en manejo. En este caso, al parecer, la preparación del terreno antes del transplante, no fue la óptima, así como las labores no siempre fueron hechas oportunamente; un ejemplo de esto, es que luego de esta primera cosecha, no se había procedido ni a fertilizar ni abonar el campo en dos semanas.

- La compensación a los factores desventajosos y que determinaron que la cosecha sea al menos regular, son constituidos por la buena calidad de sus suelos y el largo período de duración de esta primera campaña.

OBSERVACION 4: 1a CAMPAÑA	2a CAMPAÑA	CALIDAD PROMEDIO
353	1791	35% de A

Los rendimientos en la primera campaña son muy bajos, y en la segunda bajos. La calidad, en ambos casos, es aceptable.

Veamos los factores que condicionaron estos resultados:

- En este fundo el costo del agua es relativamente más barato que en otros fundos, además se cuenta con dos pozos de uso alternativo (uno con calidad de agua buena y el otro regular); los suelos son de buena calidad y de poca salinidad; el distanciamiento de transplante, la profundidad y la edad de las plántulas son adecuadas; el nivel de fertilización es el común para la zona. Situaciones estas que debieran permitir un mejor resultado; sin embargo:

- La calidad del material genético (UC-157F2) no es garantizada, por ello se cree que podría ser una causa explicativa.

- Sucede también que se evidenció escaso desarrollo de las plantas en campo, lo que sugeriría algún problema de suelo como Fusarium, Nematodes o deficiencia o toxicidad de elementos en el suelo.

- Es cierto, también, que hay deficiencias en el manejo, aunque no muy drásticas.

OBSERVACION 5:	1a CAMP.	2a CAMP.	3a CAMP.	4a CAMP.	CALIDAD PROM.
	794	2710	6696	9933	65% de A y B

Los niveles de rendimiento para las dos primeras campañas fueron bajos, teniendo una producción buena en la tercera y muy buena en la cuarta. La calidad durante estas cosechas fue buena.

El por que de estos resultados se explica a continuación:

- La variedad cultivada es la UC-157F2 y de procedencia no garantizada, además que el distanciamiento de siembra de coronas es de 1,30 x 0,30 y cosechado en blanco; entonces existe gran competencia radicular entre plantas y sobretodo dificultad y daño al momento de hacer el aporque y la cosecha; cuestiones éstas que significan una desventaja y explican en parte los bajos rendimientos de las primeras cosechas.

- Los suelos de este fundo presentan regular salinidad (del orden de 4,1 a 8,0 dS/m), factor que también afectaría los rendimientos y más en las primeras campañas. Es lógico pensar que las condiciones del suelo mejoren a medida que avanza el cultivo.

- Una causa, también explicativa, lo constituye la buena aplicación de materia orgánica, tanto en cantidad como en oportunidad, que han permitido que a la tercera campaña se obtenga buenos resultados.

- Además es un fundo que presenta una tecnología definida en la

producción de espárragos; es decir, las labores como riegos, fertilización, abonamiento, tiempo de crecimiento y cosecha, época de cosecha, etc., son manejados de manera técnica y con criterio agronómico. Es probable que para la definición de los parámetros y consideraciones para las labores hayan demorado un tiempo desde el principio, que es en parte razón de los resultados iniciales.

OBSERVACION 6: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. CALIDAD PROMEDIO
343 1320 2867 51% de A y B

Es evidente en este fundo muy bajos rendimientos en las tres campañas sumado a bajas calidades.

Analizando los factores que han determinado vemos que:

- El costo y la calidad del agua, así como la calidad de sus suelos son buenos o aceptables por lo que se descarta su posible limitación hacia el cultivo.

- También, factores como el distanciamiento de la plantación (y la profundidad de siembra), niveles de fertilización y tiempo de producción y cosecha, están dentro de lo aceptable o común en la zona (comparando con otros fundos de buenos resultados), y no se cree que sean factores adversos.

- Sin embargo, un primer factor que podría explicar en parte estos rendimientos es la calidad de la variedad cultivada: UC-157F2 de procedencia desconocida. No se sabe cuál es el potencial de la semilla utilizada.

- Pero, estimo que los principales factores explicativos de bajos rendimientos están relacionados a deficiencias en el manejo agronómico por no existir una tecnología definida. Este fundo es un claro ejemplo de que la ineficiencia puede llevar al fracaso, a pesar de tener condiciones ecológicas favorables. Hay claras evidencias de descuido del cultivo, tanto por mal manejo del riego como mala programación, o cambios constantes en las decisiones de las labores. Para tener una idea de lo que sucede se puede mencionar que para una campaña de un lote se regó cuatro veces durante el crecimiento vegetativo (una cada mes, calendariamente), agostando luego por un mes y medio, y se pretendió cosechar así en el segundo brote sin madurar, con la idea de lograr dos campañas al año.

- En la observación de los lotes, se pudo comprobar altas incidencias de plagas como arañita roja, trips y gusanos de tierra.

OBSERVACION 7: 1a CAMP 2a CAMP 3a CAMP 4a CAMP 5a CAMP 6a CAMP
2666 6818 13338 7560 12313 10874

CALIDAD PROMEDIO: 70% de A y B.

Cabe indicar que estos resultados son el promedio de cinco lotes en el fundo. Como es de notar, los resultados son muy buenos, realmente excepcionales al compararlos con el promedio, tanto en cantidad como en calidad.

Es necesario también aclarar que tres de estos lotes son de la variedad UC-157F1, uno de la variedad UC-72 y otro Mary Washington. Los dos últimos tienen ya más de seis campañas, mientras que los otros están entre la tercera y la cuarta.

Antes de analizar sus factores, es conveniente comentar que las dos variedades UC-72 y Mary Washington han tenido y tienen rendimientos aceptables y regular calidad (pero siempre menores a la UC-157F1).

Las diferencias entre las campañas -que suban y bajen- no significa que la producción haya llegado a su pico y empiece a descender, sino que mas bien son diferencias entre lotes que influyen en el promedio.

- En este fundo el costo del agua es un poco mayor que el promedio, y la calidad de ésta es regular en cuanto a su nivel de salinidad. Sus suelos son clasificados como buenos en cuanto a su contenido de salinidad y sodificación; entonces se puede decir que los factores ecológicos son en general aceptables, habiendo alguna limitación desde el punto de vista de la calidad del agua.

- También se puede afirmar que es favorable en este fundo la alta tecnología desarrollada, que prácticamente se puede hablar de producción a escala por que se trata sólo de espárragos blancos y las labores y su programación se hacen de modo similar entre lotes. La gente está especializada por labores.

- Las diferencias fundamentales con otros fundos de la Pampa de Villacurí son la mayor utilización del recurso agua (mayor volumen por campaña), grandes aplicaciones de materia orgánica (gallinaza y humus de lombriz) y la programación del cultivo por un staff de ingenieros.

- Un buen indicador de los cuidados y buenos resultados es el alto nivel de utilización de mano de obra y de horas máquina por campaña.

- Labores como el agoste y la cosecha se hacen, en este fundo, en base a criterios fenológicos e indicadores ya establecidos.

OBSERVACION 8:	1a CAMP.	2a CAMP.	3a CAMP.	CALIDAD PROMEDIO
	1990	4723	7022	65% de A y B

Aunque los rendimientos y la calidad en promedio son muy buenos -superiores al promedio-, no se encuentran al nivel de la observación 7; fundo con el cual tienen mucha afinidad

tecnológica, es decir, se puede afirmar que el manejo agronómico es similar en ambas observaciones; entonces la pregunta es como se explica los mejores resultados en el fundo 7. Y la respuesta está básicamente centrada a los factores medioambientales; veamos:

- En cuanto al factor agua, el costo en este fundo es incluso menor que el anterior, es más, la calidad de agua, en cuanto a salinidad, es mejor en la observación 8. Lo que indicaría a priori mejores condiciones en este último fundo.

- Sin embargo, en cuanto al factor suelo, podemos encontrar las más graves diferencias, ya que los suelos de la observación 8 tienen regular nivel de salinidad y sobretodo muy alto nivel de sodificación, motivo que considero explica en gran parte la limitación. Además existen evidencias de ser suelos menos retentivos. Hay, también, en algunas zonas del fundo, en forma de manchas, evidencia de infestación por nematodos.

OBSERVACION 9: 1a CAMP 2a CAMP 3a CAMP 4a CAMP 5a CAMP 6a CAMP
2933 4600 7800 8280 8640 10874

CALIDAD PROMEDIO: 60% de A y B.

Los resultados, como se observan, son buenos durante lo que va de su vida productiva, al igual que la calidad.

Los factores que han intervenido en estos resultados son:

- El fundo cuenta con dos pozos de uso alternativo, uno de ellos con calidad de agua buena, mientras que el otro, regular; y el costo del agua es relativamente más barato que el promedio.

- Los suelos son buenos, de poca salinidad, y con evidencias de deposiciones de limo por las crecidas del Río Seco; de ahí que los suelos en este fundo son diferentes por que presentan estructura y buena retentividad. Sin embargo el manejo del cultivo en el fundo no insiste en la utilización de enmiendas orgánicas, alegando mejores y más rápidos resultados a dosis altas de fertilizantes. Esto último puede acarrear problemas en un futuro próximo.

- Es importante reconocer también que en este fundo hacen aplicaciones masivas de abonos foliares, incluso a veces excesivas y sin razón, pero al parecer rinde sus frutos. Seria pertinente investigar al respecto.

- Otra particularidad en este fundo son las cosechas alternativas en verde y/o blanco en mucha relación a los compromisos de venta y a las condiciones de mercado. El productor logra esto valiéndose de la versatilidad del cultivo y por pertenecer a la Asociación de Productores de Espárrago de Ica, institución que además le brinda asesoría técnica.

OBSERVACION 10: 1a CAMPAÑA CALIDAD PROMEDIO
370 41% de A

Es realmente preocupante una producción tan baja en la primera campaña, si consideramos que se trata de un fundo con instalaciones modernas de sistema de riego por goteo. En cuanto a la calidad, aunque es baja también, se esperarán mejorías en las siguientes campañas.

El por que de estos malos resultados se detallan a continuación:

- Primeramente, se trata de la variedad UC-157F2 de procedencia desconocida, por lo que no se sabe con certeza cuál es la calidad del material genético utilizado y cuál será su potencial.
- En segundo lugar, la instalación de un equipo sofisticado de riego, no necesariamente garantiza buenos resultados. Yo diría que es un arma de doble filo, por cuanto puede dar excelentes resultados -tanto en ahorro de agua, como disponibilidad de la planta- sólo si se sabe manejar y acomodar el sistema a las condiciones peculiares de cada caso. En este fundo existen evidencias de mal manejo del agua y deficiencias en la fertirrigación.
- En tercer lugar, la mala calidad del agua de riego, sumada a la mala calidad de los suelos parecen ser los principales factores limitantes; y más si consideramos que medidas que puedan contrarrestar en parte estas situaciones -como incorporación de materia orgánica y manejo adecuado del agua- han sido dejadas de lado.
- Finalmente, en esta primera campaña, según se pudo averiguar, hubieron otras muchas deficiencias de manejo en labores como control de plagas, aporque y reaporque, y abonamiento y fertilización.

OBSERVACION 11: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. CALIDAD PROMEDIO
837 2717 4194 55% de A y B

Los rendimientos han sido bajos en las tres campañas (aunque no muy drásticamente). La calidad es baja, pero aceptable.

Como factores limitantes en este fundo se encontraron:

- La calidad del agua, que tiene excesiva salinidad.
- Los suelos tienen regular salinidad y regular sodificación. Se evidencio en el lote presencia de "manchas", ocasionadas por plantas de menor desarrollo y síntoma de quemadura de brotes, presumiblemente causados por las condiciones salinas y/o sódicas.
- Una falla de manejo importante es debida a la siembra de alta

densidad, para verde (1,40 x 0,30 y a una profundidad de 0,25 m), que es cosechada en blanco.

- Existen, también, deficiencias en el sentido de nutrición de la planta. La fertilización es pobre así como el abonamiento.

- En la inspección del lote se apreció problemas sanitarios como arañita roja, Fusarium y bastante infestación de malezas.

OBSERVACION 12:	1a CAMP.	2a CAMP.	CALIDAD PROMEDIO
	1348	3333	62,5% de A y B

Aunque el rendimiento para la primera campaña es aceptable, se nota un poco de rezago para la segunda. La calidad es buena o aceptable.

En este fundo hay muchas condiciones ecológicas favorables al cultivo:

- Bajo costo del recurso agua, buena calidad del agua de riego y excelentes suelos. Los suelos son posiblemente los mejores de la zona debido a las deposiciones de limo del Río Seco, únicos que en ocasiones pueden ser "lavados" con agua de avenida y además son suelos muchos años trabajados.

Sin embargo, entre las principales deficiencias de conducción, observamos:

- Variedad instalada UC-157F2 de procedencia desconocida.
- Escasa incorporación de materia orgánica.
- Evidencias de descuido en cuanto a riegos y control sanitario.

Se puede comentar que en este fundo se han instalado recientemente muchos lotes de espárrago, consciente el productor de las fallas cometidas, tratando de no incidir en ellas nuevamente. A pesar de los rendimientos consideran prometedor el cultivo.

OBSERVACION 13:	1a CAMP	2a CAMP	3a CAMP	4a CAMP	CALIDAD PROMEDIO
	1980	3184	4106	8276	70% de A y B

Los resultados en este fundo, que son buenos para la primera y cuarta campaña y que son un tanto bajos para la segunda y tercera campaña, nos dan una idea que hay marcada influencia de factores técnicos sobre los ecológicos, por que éstos últimos son menos cambiantes. La calidad en todas las campañas es buena.

En efecto, si disgregamos los factores, observamos:

- El costo del agua en este fundo está por debajo del promedio. La calidad del agua en su único pozo es buena. También los suelos son de regular a buena calidad (tienen regular nivel de sodificación). Entonces por el lado de factores ecológicos no fue el problema.

- El primer error de manejo fue hecho al momento de la instalación: siembras en densidad para verde y cosechas en blanco (densidad 1,50 x 0,30 m, profundidad 0,30 m). Esta densidad, como ya se comentó, representa una limitante, pero en este caso no es tan drástica.

- Se verificó que se hacen riegos muy distanciados y ligeros en el período de cosecha. Como se vio anteriormente, los riegos en cosecha de espárragos blancos es más recomendable hacerlos de manera ligera pero muy frecuentes. Es evidente un incremento de la producción después de estos riegos y sobretodo se aminora o elimina el problema de los turiones con golpe de agua, floreados y/o dobles o huecos.

- El número de jornales utilizados por campaña, para estos resultados, en comparación a los demás, es de bajo nivel. Ello sugiere algún grado de ineficiencia en las labores; que podría ser superado con mayor utilización de este recurso.

- Específicamente, refiriéndonos a las diferencias de resultados entre campañas, se pudo verificar que la realización de las labores de fertilización y abonamiento han tenido muchos cambios en el transcurso de las campañas, hasta que el productor determinó, a su criterio, los mejores niveles de fertilización y abonamiento. En primera instancia se estima buen nivel nutricional en la primera campaña sobretodo por la materia orgánica incorporada en el transplante. Luego para la cuarta campaña, el efecto en el rendimiento se debió al alto nivel de nitrógeno en la fertilización. A pesar de todo, los niveles de materia orgánica aplicados son bajos.

- En la observación visual del lote, se pudo observar alta infestación de malezas (semillas diseminadas por el guano de corral utilizado como fuente de materia orgánica), regular presencia de arañita y un poco de desuniformidad entre plantas.

OBSERVACION 14:	1a CAMP	2a CAMP	3a CAMP	4a CAMP	CALIDAD PROMEDIO
	818	2697	2564	4200	55% EXPORTABLE

Es evidente bajos rendimientos en las cuatro campañas. La calidad sugiere ser de buen nivel.

Analizando los factores:

- El agua en este fundo resulta un poco más cara que el promedio, por la particularidad de las instalaciones de riego por goteo que requieren presión; sin embargo esto es compensado con creces con el ahorro de este recurso. La calidad del agua es buena. Los

suelos del lote en cuestión tienen regular salinidad. Consecuentemente desde el punto de vista ecológico no hay mucha limitación.

- La variedad cultivada es la UC-157F1, sembrada para verde, con buen distanciamiento, en concordancia al sistema de riego, y es cosechada en verde. Desde este punto de vista, es lo óptimo. Aunque podría decirse que el cultivo de espárragos blancos tiene mejores resultados en la zona.

- En cuanto a nivel nutricional, tampoco parece haber problemas en cuanto a la fertilización, aunque si se nota poca incorporación de materia orgánica.

- Una de las principales causas de estos bajos rendimientos, es la no preparación adecuada del suelo antes de la instalación; existen evidencias de capas duras, y no se hizo siquiera una subsolación antes de sembrar. También, que al parecer se transplantaron plántulas demasiado tiernas.

- Es, también, importante comentar que ha habido cambio de propietario, en el transcurso de las campañas, lo que lógicamente conllevó a cambios drásticos en el sistema del cultivo, y ello afectó en la producción. Los resultados han sido tan desalentadores (en comparación a los costos) que actualmente gran parte del cultivo esta siendo abandonado (sin riego). Sin embargo, como muestra el análisis, estas plantaciones proyectan buen potencial, siempre y cuando se corrijan errores no muy graves.

OBSERVACION 15: 1a CAMP 2a CAMP 3a CAMP 4a CAMP CALIDAD PROMEDIO
1925 5414 6462 8693 68% de A y B

Los rendimientos, en general, en todas las campañas han sido buenos, a pesar que para la tercera cosecha se nota un poco bajo. La calidad fue buena en todas las campañas.

Es preciso indicar que en este fundo encontramos varias peculiaridades como sistema de riego tecnificado (goteo) con el que se riega diaria e ininterrumpidamente (no realizan agoste de la plantación), además el sistema de cosecha es singularmente diferente a los demás, por cuanto cosechan el espárrago blanco, ecarbándolo del suelo, por ello utilizan tres veces más mano de obra, en esta labor, que los otros fundos.

Los factores que explican los rendimientos son como siguen:

- El costo del agua es ligeramente caro en este fundo (compensado con el sistema de riego). La calidad de esta agua es regular. Y los suelos son considerados de regulares a buenos; presentan regular contenido de sales. Es decir los principales factores ecológicos presentan algo de limitación.

- En este fundo, como en muchos, la instalación inicial (la

densidad de siembra) fue hecha como para verdes (y como para sistema de riego de goteo, doble hilera); y sin embargo el 80% del área se cosecha en blanco. Entonces, hay limitación en tal sentido. Pero, al parecer, en este fundo han sabido superar este problema mediante medidas remediales como cosechas sin daño a turiones ni coronas y minimizando el paso de maquinaria.

- La variedad es UC-157F1, de muy buena procedencia. En el campo se pudo observar mucha uniformidad entre plantas y buen desarrollo. Este es un factor ventajoso para la plantación.

- El riego continuo, diferenciado por la fenología del cultivo, junto a la fertirrigación, constituyen, como demuestran los datos, una excelente forma de aprovechamiento del recurso escaso, y a la vez suministrar los requerimientos hídricos a la planta.

- La nutrición de la planta en este fundo es buena, debido a los niveles adecuados de fertilizantes y a la buena cantidad de enmienda orgánica aplicada en cada campaña. Este es otro factor favorable.

- En la visita al fundo, se pudo observar que la conducción del cultivo se hace con alta tecnología.

OBSERVACION 16: 1a CAMP 2a CAMP 3a CAMP 4a CAMP CALIDAD PROMEDIO
1108 8571 10264 13102 65% de A y B

Son evidentes los excelentes resultados obtenidos en estas cuatro cosechas, así como la buena calidad del producto.

Hay que aclarar que la tecnología utilizada en este fundo es prácticamente la misma que la de la observación 15 (el mismo Ingeniero conduce ambos fundos); sin embargo las diferencias son contundentes, a que se deben:

- Primeramente, en cuanto a los factores ecológicos, hay diferencias, por cuanto en este fundo la calidad del agua y de los suelos son buenos, y por lo tanto no representarán limitación alguna.

- En relación a la utilización de mano de obra. En este fundo se observa mucho más uso del recurso humano, y ello significa indudablemente mayores cuidados al cultivo. Principalmente la mano de obra reemplaza directamente a la maquinaria, lo que conlleva, por ejemplo, a menores daños a las coronas en un reaporque manual.

- Por otro lado, en este fundo, el espárrago es prácticamente el único cultivo, de allí que tenga mayor importancia y se le dedique mayores cuidados. En el fundo 15, aunque el espárrago es el principal, se cultivan además diversas hortalizas.

OBSERVACION 17: 1a CAMP. CALIDAD PROMEDIO

El nivel producido en esta primera campaña es bastante bueno, y sobretodo prometedor para las siguientes campañas. Igual suerte en la calidad.

Pero, cabe aclarar que se trata de un lote en el que se encuentran sembradas tres variedades: `Cipres', `Valprima', y `Argentuil'. Y el dato de rendimiento corresponde a la suma, sin disgregar, de las tres.

Los factores que condicionaron este resultado son:

- El costo y la calidad del agua son factores ventajosos, además que se cuenta con sistema de riego por goteo. En el factor suelo, si podemos encontrar limitantes por las sales presentes. Al parecer el buen manejo del agua y la habilidad de las plantas para tolerar sales han minimizado el problema.
- En cuanto a los distanciamientos de siembra, han optado por hacerlos de manera prudencial (1,75 x 0,30) en hilera simple, a pesar del sistema de riego; y esto alivia en gran parte las labores posteriores. La siembra, sin embargo, ha sido poco profunda (0,20 cm, para espárragos blancos).
- Otra causa explicativa de buenos rendimientos es el buen nivel nutricional mantenido (fertilización y abonamiento).
- Por último, de comprobarse esta situación en posteriores campañas, se podría atribuir los buenos resultados también a la buena adaptación de las líneas cultivadas.

OBSERVACION 18: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. CALIDAD PROMEDIO
619 1544 3750 40% de A y B

Los rendimientos, en este fundo, en las tres campañas son bajos, al igual que la calidad.

La explicación:

- Ecológicamente, incluso, los suelos de este fundo son de buena calidad (deposiciones de limo, estructura formada). También el costo del agua es relativamente menor que el promedio, aunque ésta tiene considerable contenido de sales. Es decir, hay alguna limitación en la calidad del agua, pero no de mucha importancia, por ello se afirma que los principales factores condicionantes de estos resultados son referidos al manejo.
- La principal falla ha sido la siembra a una excesiva densidad y a poca profundidad (77000 plantas/ha, 0,10 m de profundidad), y más si consideramos la naturaleza misma del suelo (que es más arcilloso y limoso), y más aún si consideramos que la cosecha se hace con aporque, para blanco. Se pudo observar la cosecha en este

lote; los turiones no alcanzaban la longitud requerida por la planta procesadora, había mucha incidencia de turiones oxidados, floreados y torcidos, además que se podían ver superficialmente las coronas. Indicaron que para completar una cosecha necesitaban reaporcar seis a más veces.

- Otro factor limitante es el poco volumen de agua aplicado por campaña (8800 m³ para riego por gravedad), que definitivamente no es el adecuado.

- El nivel aplicado de enmienda orgánica también es bajo y explica en parte los bajos rendimientos.

- Se evidenció, además, alta infestación de malezas, y regular incidencia de gusanos de tierra.

OBSERVACION 19: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. CALIDAD PROMEDIO
2083 8696 14328 70% de A y B

Los rendimientos son muy buenos así como la calidad.

Veamos los factores que lo condicionan.

- El agua utilizada en este fundo tiene cierto nivel de salinidad, al igual que sucede con la calidad de los suelos, entonces por ese lado hay alguna limitación, que, sin embargo, han sabido superar desde dos puntos de vista: abonamiento y manejo del agua.

- Al parecer parte del éxito se debe a la selección cuidadosa de coronas al momento del trasplante, el distanciamiento prudencial y el buen manejo del agua.

- La buena calidad genética de las semillas utilizadas UC-157F2 también es una pauta explicativa.

- También es evidente que la utilización de suelo de huarango como enmienda orgánica tiene buenos resultados.

- El nivel de nitrógeno fertilizado es alto y ello tiene relación con los resultados.

- Finalmente, algo importante y rescatable, es el hecho que las campañas duran poco tiempo (por ello el poco volumen de agua aplicado), y esto se logra mediante una programación adecuada de las labores.

OBSERVACION 20: 1a CAMP. 2a CAMP. CALIDAD PROMEDIO
1364 2217 33% de A

Aunque el rendimiento en la primera campaña puede ser aceptable, no lo es en la segunda, por ser muy bajo. La calidad en promedio es regular.

Que factores lo condicionan:

- Ecológicamente, el mayor limitante es, el suelo, por tener niveles medios a altos de salinidad y sodificación. Además de reportarse deficiencias de boro. Sin embargo estas no son las razones principales.
- Es otro ejemplo de falla en el distanciamiento de siembra (1,20 x 0,30 x 030 m) y todavía para espárragos blancos. Esta si es una clara limitación.
- Por otro lado, hay claras evidencias de mal manejo del agua, regando (sistema de riego por goteo) descontinuadamente y turnando el riego con otros cultivos más importantes en el fundo.
- Desde el punto de vista nutricional, no se cree que hayan limitaciones.
- Finalmente han tenido serios problemas sanitarios al presentarse la plaga Elasmopalpus que fue de alta incidencia y de mucha intensidad.

OBSERVACION 21: 1a CAMP 2a CAMP 3a CAMP 4a CAMP CALIDAD PROMEDIO
3396 7007 10256 12522 57% EXPORTABLE

Los resultados son excelentes, en las cuatro campañas, tanto en rendimiento como en calidad.

Cabe aclarar que se trata de un fundo que sólo produce espárragos verdes, y hay quienes afirman que la producción de verdes es, en peso, menor que la de blancos. (el dilema se enfoca en la parte de función de producción).

Veamos los factores que actúan en este fundo:

- El costo del agua es ligeramente más barato que otros fundos. La calidad del agua es mala, aunque los suelos son buenos. En todo caso el problema del agua salobre se supera con creces con el abonamiento.
- Definitivamente estos rendimientos sólo pueden ser explicados por la buena calidad del material genético utilizado (UC-157F2). Por otro lado los distanciamientos son los adecuados para espárragos verdes (1,30 x 0,30 m), que además permiten mayor número de unidades productivas sin limitaciones.
- Es muy importante aclarar, que en este fundo sólo se cosecha una vez al año, en la época de frío. Ello condiciona, que obligadamente las campañas sean prolongadas, así como el período de cosecha, pero como podemos observar el rendimiento no se ve afectado (sino que se produce en más período de corte), y al contrario, la calidad se ve notablemente favorecida en épocas

frías. La programación de las labores siempre está en concordancia a la fenología del cultivo, y esto es muy favorable.

- Tal vez el principal factor explicativo de buenos resultados sea la ingente cantidad de enmienda orgánica aplicada en dos oportunidades en cada campaña. Y esto sumado a la incorporación de la broza de espárrago en cada campaña, junto a un buen nivel de fertilización.

- Además existe una tecnología muy definida basada en gente muy especializada.

OBSERVACION 22: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. 4a CAMP. 5a CAMP.
316 1585 3167 5217 4710
CALIDAD PROMEDIO; 20% de A

Los rendimientos en todas las campañas son muy bajos. La calidad también es muy baja.

En este caso también se tratan sólo de turiones verdes.

- Una buena causa explicativa es encontrada en el factor suelo, que por una parte tiene regular salinidad, pero, principalmente, presenta un subsuelo rocoso que determina muy poca retentividad; tanto así que obligó a cambiar de sistema de riego, en primera instancia de gravedad a aspersión, y finalmente a gravedad, sin muchas mejoras en el resultado. Actualmente los lotes de espárrago se encuentran prácticamente abandonados.

- Otro motivo importante, desde el punto de vista del manejo, lo constituye, la no adecuada programación del cultivo; es decir no se esperó el desarrollo fenológico, anteponiendo razones de mercado y precios para iniciar, por ejemplo, la cosecha. Es muy poco tiempo el esperado entre campaña y campaña.

OBSERVACION 23: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. CALIDAD PROMEDIO
2954 10909 12155 55% de A y B

Los resultados son muy buenos. Y algo importante lo son así desde el principio. La calidad, sin embargo, sólo es regular.

- En cuanto a los factores ambientales, se pudo observar que el agua y los suelos presentan limitaciones por tener regular contenido de sales. Sin embargo, este es un claro ejemplo que demuestra que se puede trabajar bien, aún teniendo algunas condiciones desfavorables.

- Es peculiar en este fundo proponerse metas de producción para cada una de las campañas, una vez que la logran, cierran el campo. Pretenden, además, estacionalizar la producción en poco tiempo (que la cosecha no sea prolongada), mediante un agoste ligero y riegos muy frecuentes en la cosecha.

- Una gran parte de los buenos resultados se explica por la minuciosidad y cuidado que se pone en cada labor. También es cierto que la programación permite que la oportunidad de cada labor sea la óptima; así por ejemplo los riegos, las fertilizaciones, los abonamientos, etc.

- Otra buena razón es el balance y la preocupación por la buena nutrición de la plantación, mediante la fertilización y el abonamiento.

- Es lógico pensar también que la calidad del material genético utilizado es óptimo (a pesar de ser UC-157F2), así como el distanciamiento es prudente, en concordancia con el sistema de riego y el tipo de espárrago cosechado.

- En cuanto a la calidad, lo más probable, es que haya un desmedro en ésta al querer apurar la producción en el tiempo. Es probable que haya daños en los cortes y deficiencias en la selección.

OBSERVACION 24: 1a CAMP. 2a CAMP. 3a CAMP. 4a CAMP. 5a CAMP.
119 410 684 1606 3456

CALIDAD PROMEDIO: 53% de A y B

Los rendimientos son realmente muy bajos; tanto que es difícil explicarse como todavía se mantiene la plantación en pie. La calidad es sólo regular.

Veamos los factores interventores:

- En cuanto a factores ecológicos, contrariamente, encontramos, buenas condiciones de agua y de suelos, por lo tanto, se presume que no hay limitante en este sentido.

- El primer error, es como en muchos otros fundos, la densidad de siembra; muy cortos distanciamientos, que no permiten el normal desarrollo ni de las coronas ni de las labores de cultivo.

- A mi parecer, otro error es el sistema de riego utilizado: aspersión; que se ha demostrado por experiencias que no es el adecuado para la zona, por que no permite una disponibilidad de humedad óptima en el suelo a pesar de la alta frecuencia de riegos.

- Es importante señalar que el espárrago no es el principal cultivo en este fundo, y ello significa que la atención hacia este cultivo no sea el pertinente.

- Finalmente, es evidente, desorganización en cuanto a la programación de las labores del cultivo.

5.1.6. ANALISIS ECONOMICO

El Presente análisis se basa en el estudio técnico económico para el cultivo de espárrago realizado por Delgado de la Flor et. al. en el año de 1982, al cual se le han hecho las variaciones pertinentes para el caso específico de la Pampa de Vilalcurí, tomando las siguientes consideraciones:

- Las cantidades y precios son el promedio encontrado de todas las observaciones hechas en la Pampa de Villacurí.
- Todo el análisis se hace estandarizado para una hectárea de espárragos, en el tiempo de un año (= 1 campaña productiva, promedio de los fundos, del diagnóstico), y en dólares americanos (US\$).
- El análisis empieza desde el momento de la instalación definitiva del cultivo, por ello los costos de transplante son genéricos.
- Los costos hasta la instalación definitiva del campo son costos fijos depreciables en 10 campañas (= 10 años) de producción.
- Se trabaja con un interés real en dólares del 7,5% anual.

Para efectos del análisis se definen los siguientes índices contables y económicos:

1. Gastos Directos = Gastos de Cultivo + Gastos Especiales
2. Leyes Sociales = 46,2% del Valor de la Mano de Obra
3. Imprevistos = 10% de los Gastos Directos
4. Gastos de Administración = 10% de (Gastos Directos + Leyes sociales + Imprevistos)
5. Depreciación/campaña = Gastos Depreciables/10 campañas
6. Intereses sobre la inversión fija inicial amortizable por campaña = (Gastos Depreciables * Interes)/10 campañas
7. Beneficio Neto = (Costos totales/campaña)-(Ingresos totales/campaña)
8. Rentabilidad/campaña = (Beneficio Neto/costo de campaña)*100
9. Valor Agregado Neto = VAN;
VAN = $\sum_{j=1-10} [BN_j / (1+i)^{j-1}]$
donde:
SUM(j=1-10) es Sumatoria desde j=1 hasta j=10
BNj es el Beneficio Neto del j-ésimo año
i es el interés (7,5%)
10. Tasa Interna de Retorno = TIR
TIR = interés al cual en VAN se iguala a cero.

A. GASTOS DEPRECIABLES

Jornal: US\$ 2,50
Hora-Máquina: US\$ 7,65

SubTotal US\$

1. Costo de las coronas o plántulas (30000 coronas * 0,013 US\$)	390,00		
2. Preparación inicial del terreno (28 Jornales, 27 Hor-Maq)	251,55		
3. Estercolado en el transplante (20 tm MO * US\$ 12,00)	240,00		
4. Transplante de coronas (21 jornales)	52,50		
5. Materiales iniciales: cuchillas, arpillera, sifones, jabas, mochila asperjadora, etc.	500,00	picos,	lampas,
TOTAL	1434,05		
- Depreciación por campaña:	143,405		
- Intereses sobre la inversión fija inicial por campaña:	251,021		
- Depreciación + Intereses:	394,426		

B. COSTO DE PRODUCCION POR CAMPAÑA PRODUCTIVA

I. Gastos de cultivo: Costo de Jornal: US\$ 2,50
Costo de Hora-Máquina: US\$ 7,65

	Jornales	Horas-Máquina	SubTotal
1. Labores culturales			106,736
- Ab. y Fertilización	6,00	1,47	
- Chapodo	4,88		
- Descalate	3,00		
- Otros (tomeo, pajeo, reaporque, etc.)	11,25		
- Aporque		2,54	
- Desaporque		1,73	
2. Control sanitario			10,081
- Aplicación de insec- ticidas, fungicidas	0,76	0,37	
- Deshierbos manuales	2,14		
3. Riegos			26,550
- Riegos de cultivo y de cosecha	10,62		
4. Cosecha			310,000
- Recolección, selec- ción y acarreo	124,00		

SubTotal Gastos de Cultivo **453,367**

II. Gastos Especiales:

	Cantidad	US\$/unidad	SubTotal
1. Fertilizantes			459,541
- Nitrógeno	227,50 Kg	0,61	
- Fósforo	127,52 Kg	0,82	
- Potasio	115,00 Kg	1,88	
2. Abono			76,560
- M.O. Seca	6,38 tm	12,00	
3. Agua			1030,292
- Canon de agua	13,37 mil m ³	77,06	
4. Agroquímicos			23,606
- Perfekthion	0,30 l	10,60	
- Kumulus	1,00 Kg	7,65	
- Benlate	0,40 l	29,00	
- Citowett	0,20 l	5,88	
SubTotal Gastos Especiales			1589,999

III. Gastos Generales

1. Leyes Sociales:	SubTotal
	187,861
2. Imprevistos:	204,337
3. Gastos de Administración	243,556
SubTotal Gastos Generales	635,754

IV. Resumen

	Subtotal	%Costo total
- Gastos de Cultivo	453,367	15,75
- Gastos especiales	1589,999	51,73
- Gastos generales	635,754	20,68
- Depreciación + Intereses	394,426	12,83
INVERSION TOTAL/CAMPAÑA	<u>3073,546</u>	

C. RENTABILIDAD POR CAMPAÑA

AÑO	RDTO Kg/ha	RETORNO US\$	VBP US\$	BN US\$	RENTABILIDAD (%)
1	1374	0,45	618,30	(2455,246)	---
2	3962	0,55	2179,10	(894,446)	---
3	6685	0,60	4011,00	973,454	30,50
4	7181	0,65	4667,65	1594,104	51,87
5	7471	0,65	4856,15	1782,604	58,00
6	8729	0,70	6110,30	3036,754	98,80
7*	9000	0,70	6300,00	3226,454	104,97
8	9000	0,65	5850,00	2776,454	90,33
9	8000	0,65	5200,00	2126,454	69,19
10	6000	0,60	3600,00	526,454	17,13

RDTO es el Rendimiento por campaña

RETORNO es el valor estimado de venta por Kg de producto

VBP es el valor bruto de la producción

BN es el beneficio neto

* A partir de la séptima campaña, los rendimientos son estimados.

D. INDICES DE RENTABILIDAD

1. VAN (Valor Agregado Neto)

VAN= US\$ 7458,912

2. TIR (Tasa Interna de Retorno)

TIR es la máxima tasa de interés que se puede pagar por el capital. Se calcula al igualar el VAN a cero.

TIR= 38,387%

Significa que si el interés que se debiera pagar al capital fuese 38,387% anualmente, se trabajaría sin ganar ni perder. Para todo interés menor hay utilidad.

5.2. LA FUNCION DE PRODUCCION

a) Las Observaciones

Para la determinación del modelo de función de producción se han considerado 25 observaciones, en cada una de las cuales se tiene información completa.

Cada una de las observaciones es un lote esparraguero (unidad mínima de producción) ubicado en un fundo de la Pampa de Villacurí.

En el cuadro 5.25. se define cada observación.

b) Las Variables

En el modelo se tiene la variable dependiente o explicada, que es el Rendimiento, y las variables independientes o explicativas, que son los factores productivos que influyen y determinan el comportamiento de la dependiente.

- El Rendimiento (**RDTO**) es medido en Kg/ha, estandarizada al promedio de un año de producción; es decir que para su cálculo imparcial se halló primeramente el volumen total en toda su vida productiva, y este valor se estandarizó a un año:

$$\text{RDTO} = [\text{SUM } (j=1-n)\text{RDTO}j] * [12/\text{Edad en meses}]$$

Donde:

SUM (j=1-n) RDTOj = sumatoria del rendimiento en Kg de la cosecha 1 hasta la cosecha n.

n = número de cosechas del lote.

En cuanto a las variables independientes, tenemos:

- Del Factor Agua

- Volumen de agua por riego (**VN**), medido en m³, es el cociente de la relación entre el volumen total de agua regada en un año, y el número de riegos realizados en ese tiempo:

$$\text{VN} = (\text{Volumen Total de agua/año (m}^3\text{)}) / \text{No de Riegos}$$

- Calidad del agua (**CA**) que incluye la variable según la clasificación de salinidad y sodio (diagnóstico):

CA (Código)	Calificación del agua
1	Mala
2	Regular
3	Buena

- Del Factor Suelo

- Salinidad del suelo (**SAS**), del diagnóstico:

SAS (Código)	Fase Salinidad (dS/m)
1	0 - 4 Libre de Sales
2	4,1-8 Ligeramente salino
3	8,1-15 Moderadamente salino
4	>15 Fuertemente salino

- Sodicidad del suelo (**SOS**), del diagnóstico:

SOS (Código)	Fase sodificación (PSI)
1	<8% Normales
2	8,1-15 Moderadamente sódicos
3	>15 Sódicos

- Del Factor Clima

- Grados Acumulados de Calor (**GAC**), que son los grados centígrados que exceden a los 10 gC (temperatura crítica para el espárrago), durante la segunda campaña de producción (el tiempo incluye período de cosecha). Se trabajó con temperaturas promedios mensuales:

$$\text{GAC} = \text{SUM } (j=1-n)[(T \text{ media} - 10) * \text{No días del mes}]$$

donde:

SUM (j=1-n) es la sumatoria del mes 1 hasta el mes n en que concluyó la campaña para cada observación particular.

- Del Factor Tecnología

- Extensión del lote (**EL**), es el área medida en hectáreas del lote u observación.

- Variedad de espárrago cultivada (**VR**):

VR (Código)	Variedad
1	UC-157F1
2	UC-157F2
3	UC-72
4	Mary Washington

- Densidad de siembra (**DD**), es número de plantas transplantadas por hectárea.

- Jornales (**JO**), es el número total de jornales utilizados por campaña (incluyendo los de la cosecha).

- Tipo de espárrago cosechado (**TP**):

TP (Código)	Tipo de espárrago cosechado
1	BLANCO
2	VERDE

- Edad de la Plantación (**EP**), son los meses transcurridos desde la instalación o transplante hasta el fin de la última cosecha.

- Del Factor utilización de insumos

- Cantidad de materia orgánica seca aplicada por campaña (**MO**), es la cantidad en toneladas métricas (tm):

MO (Código)	MO seca incorporada, tm
1	1 - 5
2	5 - 10
3	10 - 20
4	20 - 30

- Unidades de N aplicadas por campaña (**N**), es la cantidad de nitrógeno, medida en Kg.

- Unidades de P₂O₅ aplicadas por campaña (**P**), es la cantidad de fósforo, medida en Kg.

- Unidades de K₂O aplicadas por campaña (**K**), es la cantidad de potasio, medida en Kg.

Las variables tecnológicas VR y TP son cualitativas no jerárquicas, que comúnmente no se incluyen en un modelo como este, pero por ser pocas en cantidad y para tratar de averiguar las diferencias entre ellas, a sugerencia del Ing. Soto (Departamento de Estadística), se incluyeron.

c) La Matriz de información básica

El cuadro 5,26. muestra en las filas las observaciones, y en las columnas las variables antes definidas. A este cuadro se le denomina matriz de información básica por que contiene todos los datos para iniciar el análisis de Regresión Lineal Múltiple.

d) Determinación de la función de producción

La selección de variables y análisis estadísticos se hicieron con la ayuda del procedimiento stepwise del paquete estadístico computarizado SAS, y el procedimiento LS del paquete econométrico computarizado Micro-TSP.

De modo genérico indicaremos que estos paquetes determinan el valor de los coeficientes por el método de los Cuadrados Mínimos Ordinarios (CMO), que consiste en minimizar los residuos (diferencia entre el valor real y el estimado, en la variable dependiente), resolviendo un sistema de ecuaciones resultadas de igualar a cero las derivadas con respecto a cada variable explicativa.

El paquete SAS es estadístico, y sólo considera como parámetros de decisión las pruebas individuales de t-student para ver la significación de cada variable interventora y la prueba F-Fisher, o de bondad de ajuste que determina el nivel de confianza de la ecuación en su conjunto. Tiene la ventaja de seleccionar directamente las variables.

El paquete Micro-TSP, a pesar que no selecciona directamente las variables más influyentes, concede los parámetros de t y F, pero además permite analizar econométricamente la función obtenida, sobretodo pruebas conducentes a determinar la no violación de supuestos: Multicolinealidad, Autocorrelación y Heteroscedasticidad. Estas pruebas conceden mayor validez y confianza a la relación y permiten hacer inferencias con la función.

Con las consideraciones anteriores se logra determinar la **función de producción para el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí:** (Cuadro 5.27., gráfico 5.10.)

$$EY = -8147,98 + 1265,44*MO + 3,32*VN + 64,53*EP - 1054,23*SOS + 10,47*N$$

Donde:

EY: Es rendimiento estimado a partir de los factores MO, VN, EP, SOS y N

CUADRO 5.25.: LOTES U OBSERVACIONES CONSIDERADOS EN LA REGRESION

"Análisis de los factores de
producción en el cultivo de
espárrago en la Pampa de Villacurí"

OBSERVACION	NOMBRE DEL LOTE	FUNDO ESPARRAGUERO
01	LOTE 1	LOS TRES MOSQUETEROS
02	LOTE 1	VILLAPAMPA
03	LOTE 1	LA ENGREIDA
04	LOTE 1	HERMANOS VITOR
05	LOTE 1	SAN JOSE
06	CASA BLANCA	ANDALUCIA
07	LOTE 13	LOS LAURELES
08	LOTE 1	SANTA FELICITA
09	LOTE 5	MARCO ANTONIO
10	LOTE 1	SANTA ADELA
11	LOTE 1	AGRICOLA HUSCARAN
12	LOTE 5-9	EL ESCONDIDO
13	LOTE 7,8y9	MARCO ANTONIO
14	LOTE 3	MARIA MANUELA
15	LOTE E-3	BUENA COSECHA
16	LOTE 2	BUENA AVENTURA
17	LOTE 2	MARIA MANUELA
18	LOTE FICA III	TUNGA
19	LOTE PACAE	TUNGA
20	LOTE 1	CAPORALA
21	LOTE 3	SAN PEDRO
22	LOTE 1	SAN FELIPE
23	LOTE FICA I	TUNGA
24	OLIVO	TUNGA
25	LOTE 3	EL RECUERDO

e) Análisis estadístico de la función de producción:

- Prueba t-student. (0,01; 6gl)

	t(calculado)	Significación
MO	7,75	99%
VN	6,47	99%
EP	5,97	99%
SOS	-4,14	99%
N	3,79	99%

- Prueba de bondad de ajuste. (0,01; 18,6gl)

	F(calculado)	Significación
Función	34,88	99%

- Coeficiente de determinación (R^2)

Para mejores efectos, tomamos el R^2 ajustado 0,8758, lo que significa que las variables independientes explican el 87,58% del Rendimiento.

Este coeficiente de determinación es alto, y le da mucha consistencia a la ecuación.

f) Análisis econométrico de la función de producción

- Supuesto 1: No Multicolinealidad.

Se desecha el supuesto de multicolinealidad por:

1. El primer análisis es la observación de los signos de los coeficientes, que deben responder a la relación esperada *a priori*, y en efecto así sucede.
2. La matriz de correlación (cuadro 5.26.) muestra el grado de asociación entre las variables independientes. En general se asume que valores superiores a 0,5 indican correlación. En esta matriz, se observa que las variables correlacionadas no participan en la función.
3. Se ha corrido regresiones donde se enfrenta a cada una de las variables independientes frente a las demás, con lo cual se determina fehacientemente que las variables interventoras en el modelo final no están correlacionadas entre sí.

- Supuesto 2: No Autocorrelación.

Se desecha la existencia de autocorrelación por:

1. Los datos son de corte transversal y este tipo de información está menos afecto a estos problemas que las series de tiempo. En nuestro caso la correlación debiera ser espacial, ello querría decir que un cambio tecnológico en un fundo determinaría otro cambio en el fundo vecino, lo que en realidad no sucede.
2. El ploteo de los residuos (R_1) con las observaciones (gráfico 5.11.) indica que los puntos se distribuyen al azar sin patrón

definido, lo que sugiere la no existencia de autocorrelación.

- Supuesto 3: No Heteroscedasticidad.

Se desecha la existencia de heteroscedasticidad por:

1. El ploteo de los rendimientos estimados (EY) frente a los residuos (R1) (gráfico 5.12.), muestra claramente la no existencia de tendencia alguna entre ambos parámetros, indicativo de homoscedasticidad.

Este ajuste a los supuestos econométricos, permite inferir sobre la función de producción.

g) Análisis agronómico de la función de producción

Se puede afirmar con un 99% de confianza que:

- Los factores productivos MO, VN, EP, SOS y N son los que más influencia tienen sobre el rendimiento en el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí.

- El rendimiento tiene relación directa (positiva) frente a los factores productivos: MO, VN, EP y N; de modo que se verifica un incremento en el rendimiento cuando hay una mayor utilización de los insumos MO y/o N y/o cuando se incrementa el volumen de agua por riego y/o cuando avanza la edad de la plantación.

- El rendimiento tiene relación inversa (negativa) frente al factor SOS; por ello se verifica una disminución del rendimiento cuando a medida que se incrementa el nivel de sodicidad del suelo.

La importancia de estos resultados es que se puede cuantificar el grado de influencia de cada uno de los factores, mediante el análisis de los coeficientes:

- La materia orgánica seca incorporada por campaña (MO) incrementa en 1265,44 Kg el rendimiento por cada unidad adicional de uso de este insumo:

MO	Nivel de MO seca (tm/ha/campaña)	Rendimiento (Kg)
1	1 - 5	+ 1265,44
2	5 - 10	+ 2530,86
3	10 - 20	+ 3796,30
4	20 - 30	+ 5061,73

- El volumen de agua por cada riego (m3) (VN) incrementa en 3,32 Kg el rendimiento por cada m3 adicional aplicado por riego.

Es importante anotar que ésta, es una variable que mide la relación de volumen total regado al año y el número de riegos en ese tiempo. Entonces determina, por un lado, que el rendimiento se relaciona directamente también con el volumen total regado; y sugiere, por otro lado, que el número de riegos está relacionado inversamente con el rendimiento; esto último quiere decir que el

espárrago responde mejor a riegos pesados que a riegos frecuentes y ligeros. En tal sentido pareciera ser que es más ventajoso el riego tradicional por gravedad que el por goteo, sin embargo esto necesita confirmación de investigaciones específicas.

- La edad de la plantación (EP), expresada en meses, contados desde el momento de la instalación definitiva en el campo, incrementa el rendimiento en 64,53 Kg a medida que transcurre cada mes de la plantación.

- Cada Kg adicional de nitrógeno (N) incrementa el rendimiento en 10,47 Kg.

- El nivel de caducidad de los suelos (SOS) disminuye el rendimiento en 1054,23 Kg, para cada unidad adicional (codificada) de SOS.

SOS	PSI	Rendimiento (Kg)
1	< 8	- 1054,23
2	8 - 15	- 2108,47
3	> 15	- 3162,70

VI.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La recolección de información fue una parte importante de la presente investigación, y este aspecto tuvo sus inconvenientes y dificultades tanto al solicitar información directa sobre el cultivo a los mismos productores esparragueros, como en la revisión de estudios y registros de organismos oficiales, como el Ministerio De Agricultura, ONERN (INRENA), INIAA, INADE, ADEX, SENAMHI, principalmente. Algunos productores esparragueros no llevan una metodología ordenada de registros de costos y producciones; y en los organismos oficiales hubo cierto grado de entorpecimiento (por desorganización o desconocimiento), en la búsqueda de la información.

Por ello urge la necesidad de promover e incentivar en los productores la necesidad de "guardar información", ya que redundará en su propio beneficio; y sería muy ventajoso propiciar también un sistema de intercambio de información con los organismos oficiales (con la Universidad, por ejemplo). Sería ideal, renovar y hacer nuevos estudios básicos.

- La disponibilidad de agua en la Pampa de Villacurí es el principal factor limitante, tanto a nivel de zona productora como de fundos esparragueros en particular. Las alternativas de solución están referidas a la combinación de cultivos (de mayor y menor requerimiento hídrico), derivación de Ríos cercanos como el Pisco o Lanchas, mejoramiento del equipos e instalaciones de bombeo, utilización de sistemas de riego tecnificado y manejo más racional de este recurso: aplicación de enmiendas orgánicas que incrementen la retentividad, adecuada nivelación de los terrenos, etc.

- La calidad del agua en los fundos de la Pampa de Villacurí está dentro de los límites aceptables para aguas de regadío de cultivos, siendo el contenido de sales y de sodio las principales diferencias entre fundos. Aunque en el diagnóstico se evidencia cierta relación de afección al cultivo, la función de producción determina que esta relación no es muy consistente, y que por lo tanto no existe limitación en tal sentido. El agua del acuífero de Villacurí tiene la ventaja de no presentar carbonato de sodio residual ni boro en su contenido.

- Los suelos de los fundos esparragueros de la Pampa de Villacurí

son de textura gruesa, con drenaje algo excesivo, de bajo o nulo desarrollo estructural y de baja o nula fertilidad natural. Como se nota, a pesar de no ser suelos "buenos", se verifica que el cultivo de espárrago se comporta bien en ellos, sobretodo por que son fáciles de remover y pueden ser mejorados con aplicaciones de enmiendas orgánicas. Las principales diferencias encontradas entre observaciones es el nivel de salinidad y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Estos niveles de salinidad y caducidad afectan detrimentalmente al cultivo, lo cual se observó en el diagnóstico, y se comprobó en la función de producción, en la que el PSI es una variable inversa o negativa con el rendimiento.

- El clima en la Pampa de Villacurí presenta tres características básicas: Altas temperaturas, baja humedad relativa y fuertes vientos. Estas condiciones determinan con respecto al cultivo, que la calidad de los turiones cosechados se vea mermada, cuando esta labor se hace en épocas cálidas (y más en espárragos verdes), que haya un alto índice de evapotranspiración y alto requerimiento hídrico de las plantas, y que sea una necesidad la instalación de cortinas rompevientos. En la función de producción se incluyó la variable climática grados acumulados de calor, la cual según el modelo no tuvo relación consistente con el rendimiento.

- Las dos variedades de espárrago más cultivadas en la Pampa de Villacurí son la UC-157F1 y la UC-157F2 (en se orden). Habiendo también plantaciones antiguas de las variedades Mary Washington y UC-72; y más recientemente se han introducido variedades como la Ida Lea, ciprés, Valprima y Argentuil. En las variedades Mary Washington y UC-72 se reportan problemas de calidad y regulares rendimientos. Para las variedades Ida Lea, Ciprés, Valprima y Argentuil todavía no se cuentan con resultados consistentes, pero hasta el momento (1 ó 2 capañas) se comportan prometedoramente. La variedad UC-157F1 tiene mejores características de calidad frente a la UC-157F2, pero en cuanto a rendimientos, no hay evidencias contundentes que una sea mejor que la otra. Esto se confirmó en la función de producción.

- La cosecha de turiones blancos presenta ventajas sobre la cosecha de turiones verdes, en la Pampa de Villacurí; esto se debe principalmente a que los turiones verdes son más susceptibles a perder calidad una vez emergidos o cortados, debido a las altas temperaturas y/o los fuertes vientos. Es por esto que muchos productores que planearon producir turiones verdes, cambiaron su producción, dirigiéndola a blancos; sin embargo este "cambio" significa un alto costo de ineficiencia, a decir, los distanciamientos y profundidad de instalación para verde no permiten labores adecuadas para blancos (aporque, cosecha, etc), siendo afectado el rendimiento. Para tal caso, lo más adecuado será hacer siembras a distanciamientos moderados que permitan cosechas alternativas de ambos tipos de espárrago. En la función de producción se incluyó la variable tipo de turión cosechado, la que no fue significativamente explicativa.

- El volumen aplicado por año y por ha de espárrago, varía de 15000 a 20000 , e incluso mayor a 25000 m³ para un sistema de riego por gravedad, y de 8 a 10000 m³ para un sistema de riego por goteo o aspersión, verificándose siempre una relación directa con el rendimiento. Por otro lado, las observaciones llevan a concluir que el riego por goteo no es garantía de mejores resultados. La relación de incremento de rendimiento frente a mayor volumen de agua fue confirmada por la función de producción, y este modelo también sugiere que los riegos pesados son más ventajosos para el cultivo.

- Es evidente la enorme influencia de la cantidad de enmienda orgánica frente al rendimiento. En la función de producción se cuantifica esta relación, siendo la materia orgánica la variable de mayor explicación del rendimiento.

- La dosis más recomendable de fertilización N-P-K para el cultivo de espárrago en la Pampa de Villacurí es de 230-130-115, con la que se comprueban buenos resultados, aunque lo más pertinente sería hacer estudios particulares en cada situación. La función de producción comprobó que a mayor cantidad e nitrógeno habrá un incremento en el rendimiento.

- Es muy evidente que el cultivo de espárrago demanda gran cantidad de mano de obra, en promedio 160 jornales/campaña. Igualmente consistente es afirmar que a medida que la edad de la plantación avanza, la cantidad de jornales requeridos será mayor. Y otro aspecto importante es que más del 70% de los jornales son consumidos en el período de la cosecha.

- La duración de la campaña productiva (incluyendo el período de cosecha), contrariamente a lo que comúnmente se afirmaba, no es de 6 ó 7 meses, sino que en promedio, en la Pampa de Villacurí es de 12 meses, habiendo algunos productores que hacen el ciclo productivo cada 8 ó 9 meses, pero hay otros en los que dura hasta 15 ó 16 meses. Entonces se puede afirmar que no es posible hacer dos campañas productivas al año, pero si programar la cosecha para cualquier época del año. También es cierto que la duración de las campañas va disminuyendo a medida que aumentan las cosechas, pero a la cuarta o quinta, el tiempo prácticamente se estabiliza.

- No existen mayores problemas sanitarios en el cultivo y en la zona, aunque es necesario advertir que el hongo *Fusarium sp.* puede tener buen desarrollo por la falta de cuidado por parte de algunos productores está habiendo. Así, también se ha registrado una plaga no reportada para espárrago: *Elasmopalpus lignosellus*, que se está presentando de manera agresiva en fundos que tienen cortinas rompeviento de King grass.

- Los rendimientos en la Pampa de Villacurí son en promedio: 1538 Kg, 3428 Kg, 6488 Kg, 6842 Kg, 5840 Kg, 7997 Kg, para la 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, y 6a campaña respectivamente, que significan resultados buenos y prometedores para el cultivo en la zona. Hay registros de rendimientos superiores a los 15000 Kg, aunque

también inferiores a 500 Kg.

- Los signos de los coeficientes de la función de producción indican que la cantidad de materia orgánica, el volumen de agua por riego, la edad de la plantación y la cantidad de nitrógeno aplicada tienen efectos positivos sobre el rendimiento, mientras que el nivel de sodicidad del suelo (PSI) es un factor detrimental para el rendimiento.

- Los coeficientes indican que:

Para todo incremento de un nivel de la materia orgánica, se verifica un incremento en el rendimiento de 1265 Kg.

Para cada m³ adicional por riego, se verifica un incremento en 3,32 Kg en el rendimiento.

Para cada mes de transcurso en la edad de la plantación se verifica 64,53 Kg de incremento en el rendimiento.

Para cada incremento del nivel de sodicidad del suelo, se verifica una disminución del rendimiento de 1054 Kg.

Para cada unidad adicional de aplicación de nitrógeno, se verifica un incremento en 10,47 Kg el rendimiento.

VII.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografía Citada

- BENITEZ, J. Funciones de producción y óptimo económico para el nitrógeno y fósforo en el cultivo del maíz. Tesis M. S. UNALM. 1975.
- BENSON, B. Morfología y fisiología del espárrago. En: Tecnología de producción de espárragos. Santiago. Agosto. 1987. Chile.
- BENSON, B., TAHKATORI, F., SOUTHER, F. Evaluation of asparagus plantation establishment with 10 week old seedlings and year old crowns. Asparagus Research. University of California. Davis. EE.UU. Vol 207. 1987.
- CAMERE, J. Manejo agronómico del espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento de espárragos. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
- CARBONELL, E. Los nematodos fitoparásitos en el cultivo de espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento de espárragos. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
- CARLSON, S. a study on the pure theory of production. New York. Sentry Press.
- CRAMER, J. Econometría empírica. México. F.C.E. 1973.
- CASAS, A. Manejo de las malas hierbas en el cultivo de espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento de espárragos. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
- CIREN-CORFO. Programa de rentabilidad y requerimientos del espárrago verde. Santiago. Chile. Ciren-Corfo. 1990. 1 diskette.
- DELGADO DE LA FLOR, F., MONTAUBAN, R., HURTADO, F. Manual del cultivo de espárrago. Lima. I.C.E. 1987. 134 p.
- DELGADO DE LA FLOR, F. Situación actual del cultivo de espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento del espárrago. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
- DOOR, C. Principales enfermedades del espárrago en el Perú. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento del espárrago. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
- ESPINOZA, L. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento de espárrago verde bajo riego localizado de alta frecuencia. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. 1993.
- FUNDACION PARA EL DESARROLLO DEL AGRO. Cultivo del espárrago. CHIRA. CENSA-CHIRA S.A. 1983. 33 p.
- GARCIA, J. Determinación de la función de producción para maíz amarillo duro en el Valle de Huaura-Sayán: Caso de los parceleros

- de la C.A.U. "Acaray". Tesis economista. UNALM. 1988. 73 p.
- GHITIS, B. Uso del agua en el cultivo de espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento del espárrago. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
 - HANNA, G. Algunas impresiones sobre el cultivo de espárrago en el Perú. Traducido del Inglés por A. Montes. En: En el cultivo de espárrago en el trópico. Programa de Investigación en hortalizas. UNALM. 1978. 46 p.
 - HARTMANN, H., WUCHNER, A., HERMANN, H. Evaluation of asparagus cultivar in the course of a long term experiment. Asparagus research Newsletter. Massey University. Ontario. Canadá. 1987.
 - HEADY, E., DILLON, J. Agricultural production functions. Iowa State University. AMES. 1964.
 - HEADY, E., Economics of agriculture production and resource. Printice-Hall. 1980.
 - KRUGER, J. Estudio de la comparación química durante un ciclo de crecimiento y efecto del momento del chapodo en espárrago, bajo dos condiciones de riego, sobre su rendimiento. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. 1968. 82 p.
 - LEFTWICH, R. Sistema de precios y asignación de recursos. México. Interamericana. 1975.
 - LOUGHTON, A., BAKER, R. Asparagus: Depth of direct seedling. Asparagus Research Newsletter. Massey University. Ontario. Canadá. Vol 1 No 1. 1983.
 - MONTES, A., HOLLE, M. El cultivo del espárrago en el trópico. Programa de Investigación en hortalizas. UNALM. 1978. 46 p.
 - MORALES, A. Producción y cambio tecnológico en hortalizas: caso de los cultivos de Tomate y espárragos. Tesis economista. UNALM. 1988. 121 p.
 - ORBEGOSO, T. Plantación de espárragos en el Valle de Virú. Tesis UNT. 1971. 59 p.
 - ORTEGA, R. Determinación de funciones de producción para maíz duro en diferentes regiones del Perú. Tesis M.S. UNALM. 1979.
 - RODRIGUEZ, J. Economía de la Empresa Agraria. Madrid. Marquez de Duero. 1969.
 - SANCHEZ, J. Requerimientos de suelo, nutrición mineral, y fertilización del cultivo de espárrago. En: Tecnologías modernas en el cultivo y procesamiento del espárrago. Ica. Diciembre. 1992. T.T.A.
 - SOUTHER, F. El factor climático y su influencia sobre la productividad del espárrago. En: Tecnología de producción de espárragos. Santiago. Agosto. 1987.
 - TAKATORI, F., SOUTHER, F., STILLMAN, J. The influence of high density planting on the yield and quality of green asparagus. Asparagus Research. University of California. Davis. EE.UU. 1974.
 - TAPIA, M. Nutrición mineral y fertilización del espárrago. En: Tecnología de producción de espárragos. Santiago. Agosto. 1987.
 - TOLEDO, J. et. al. Ica y Trujillo, Valles esparragueros. Revista del Agro. Lima. Vol No 3. p. 7. 1992.
 - VARGAS, D. Análisis económico de algunos factores de producción de papa: caso del Valle de Cañete. Tesis M.S. UNALM. 1982.
 - VILLAORDUÑA, L. Análisis económico y determinación de la función de producción de papa: caso de la agricultura comercial

del Valle del Mantaro. Tesis M.S. UNALM. 1985.

Bibliografía incluida

- AGUILAR, G. Optimización de la explotación de agua subterránea del acuífero de Villacurí. Tesis Ing. Agrícola. UNALM. 1990.
- DELGADO DE LA FLOR, F., CASAS, A., PEÑA, D. Estudio técnico económico de hortalizas para exportación. UNALM. Programa de Hortalizas. Fondo de Promoción de Exportación. Lima. 1982. pp. 1, 57-68.
- INTERNATIONAL ENGINEERING Co., INC. y R.F. CHAVEZ DIAZ y CIA. S.A. Plan regional de desarrollo económico y social de la región comprendida por los Ríos Ica y Pisco. Ica. 1966.
- RODRIGUEZ, A. Requerimiento de riego de la Pampa de Villacurí. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. 1972.
- SOLDI y CHAVEZ y CIA. S.A. INGENIEROS HIDRAULICOS. Proyecto integral de irrigación del Valle de Ica, estudio preliminar. Ica. Asociación de Agricultores de Ica. 1962.
- TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD. Recursos de agua subterránea del Valle de Ica. Ica. Corporación de Reconstrucción y Desarrollo de Ica. 1969. 4t.
- PERU. OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES. Evaluación de los recursos naturales de la cuenca del Río Ica. 1971.
- PERU. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Estudio agrológico detallado y zonificación climática de cultivos del Valle de Ica. Dirección General de Aguas. 1974. 2t.
- PERU. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Diagnóstico del distrito de riego No 40, Ica. Dirección General de Aguas. 1976.
- PERU. INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO. Inventario de pozos y análisis químicos de muestras de aguas de la Pampa de Villacurí. 1991.

Bibliografía consultada

- CARRILLO, F. Como hacer la tesis y el trabajo de investigación universitario. IX edición. Lima. Horizonte. 1988.
- DELGADO DE LA FLOR et. al. Cultivos hortícolas, Datos básicos. Lima. EDIAGRARIA. 1987. 105 p.
- GUJARATI, D. Econometría básica. City University of New York. Mc Graw-Hill latinoamericana S.A. Traducido del Inglés por M. Mesa. 1982.
- HUERTA, B. *Meloidogyne sp.* en espárrago y su variación poblacional en un comparativo de nematocidas. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. 1988.
- MASUDA, M. Incremento de fibra en espárrago (*Asparagus officinalis L.*), durante su almacenamiento. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. 1974.
- MORDECAI, E., FOX, K. Methods of correlations and regression analysis, linear and unlinear. Third edition. Jhon Wiley and Sons. Inc. 1979.

- PEÑARANDA, A. Ica y Trujillo Valles esparragueros. Perspectiva Agraria. Boletín de análisis del sector agrario. Departamento de Economía y planificación. UNALM. Vol 1. p. 8. 1992.
- PERU. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Plan zonal de desarrollo 1975-1978, Departamento de Ica. Ica. 1975.
- PERU. INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO. Estudio agrológico semidetallado de las Pampas de Ocas, Lanchas y Villacurí y Valle de Pisco. Lima. Anillado. 1992.
- TOLEDO, J. Cosecha y Post-cosecha de espárrago fresco para exportación. Instituto de Comercio Exterior. Banco Continental. Lima. 1991.
- ZAMORA, C. Reseña sobre los suelos, capacidad de uso y agriculturas de los desiertos costeros. Lima. ONERN. 1967.

