

EL LLANO CENTRAL CHILENO: SU POTENCIALIDAD PRODUCTIVA Y SUS PROBLEMAS¹

The central plain of Chile: Its productive potential and problems

Rafael Novoa S—A.², Sergio Villaseca C.²

SUMMARY

Based on climatic and soil data, the Central Plain of Chile was divided into four zones, to evaluate its present and future agricultural output. In each zone, the actual and potential productivity, the population possible to feed and the hectares of various crops and pastures required, were estimated. The decrease of available soils due to urban expansion, salinity, erosion and pollution, were also evaluated.

Nitrogen and water were found to be the main constraints to productivity, north of San Carlos; to the south of this city, phosphorus becomes more important. The main process decreasing the production potential is erosion, since 17% of the arable soils are already eroded. In the Metropolitan Region, urban expansion will reduce by 50% the available soils, by 2050. If yield and population increases are kept at their present rates, a generalized food deficit will occur around 2050. Wheat and potato production capacity will be exhausted first. In order to attain self sufficiency in those two crops, by the year 2000, a big effort will be required.

It was estimated that 27 million people can be fed by the potential agricultural production of the Chilean Central Plain.

INTRODUCCION

La zona natural de Chile, llamada Llano Central, se extiende desde los 33° hasta los 41° lat. S y ocupa la depresión ubicada entre la Cordillera de Los Andes y la de la Costa (70,5° a 74,0° W). Su ancho es variable, pudiendo alcanzar hasta 90 km, mientras que en Angostura de Paine y en la angostura que se produce a la altura de Pelequén, ambos cordones montañosos prácticamente se juntan; al sur de Temuco (39° lat. S), se interrumpe por un cordón transversal. Su superficie total es de aproximadamente 4.450.000 has.

Su clima es predominantemente Mediterráneo, desde su extremo norte hasta el paralelo 39° S (Papadakis, 1973; Di Castri y Hajek, 1976) y más al sur es considerado Marino (Papadakis, 1973; Fuenzalida, 1965). La temperatura media anual es de 14° C en Santiago

(33° 30'S) y de 11° C en Puerto Montt (41° 28'S) y las lluvias varían de 360 mm, en Santiago, a 2.340 mm, en Puerto Montt.

Los suelos son en su mayor parte de origen aluvial, entre Santiago y Angostura. Más al sur, hasta San Carlos, predominan los suelos volcánicos, derivados de tobas. Entre San Carlos y Puerto Montt, dominan los suelos derivados de cenizas volcánicas.

Dadas las condiciones de clima tan favorables para la agricultura y la disponibilidad de aguas de riego, el Llano Central ha sufrido un proceso de "agriculturización" intenso, que ha desplazado a los ecosistemas naturales por ecosistemas agrícolas. La productividad potencial de estos ecosistemas es alta, pero se ve amagada por diversos procesos, tales como la salinización o la erosión, que atentan contra ella.

En este trabajo se hace una evaluación de la productividad actual de los sistemas agrícolas, se analiza su capacidad para suministrar alimentos y se discute aquellos procesos que amenazan reducir su productividad.

¹Recepción de originales: 1° de agosto de 1984.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

El Llano Central posee el 850/o de los suelos regados y el 540/o de los suelos arables chilenos. Ello hace que, en términos de cultivos, representa alrededor del 650/o del potencial productivo del país. Por lo tanto, algunas de las conclusiones de este trabajo son también válidas en un alto grado para Chile, en especial lo referente a la época en que el déficit alimenticio se intensificará.

MATERIALES Y METODOS

Se recopiló información sobre: climas y variables climáticas; suelos; productividades y aptitudes agrícolas observadas; composición química de los alimentos producidos; demografía; requerimientos alimenticios de los diversos tipos de pobladores; y procesos que están deteriorando la productividad de los ecosistemas agrícolas.

En base a los antecedentes de clima (Papadakis, 1973), suelos (Comisión Riego, 1977 y 1978; ODEPA, 1968; SAG, 1971, 1975 y 1977) y cultivos, se dividió al Llano Central en cuatro sectores. Cada sector fue caracterizado en base a su clima (siguiendo la clasificación de Papadakis) y los cultivos posibles en él.

La productividad primaria potencial de cada sector fue evaluada en base a una modificación del método usado por Loomis y Williams (1963). Se consideró como máximo, almacenar un 3,50/o de la radiación solar incidente; ese valor fue transformado a biomasa, asumiendo un contenido energético de 3,75 kcal/g. El valor así calculado, se corrigió por efecto de temperatura o disponibilidad hídrica. El factor temperatura fue tomado de los valores dados por Doorenbos y Kassam (1979) para trigo, y el factor hídrico, calculado de la relación evapotranspiración/lluvia. De ambos factores, se tomó el menor. A partir de los rendimientos de los cultivos, de la composición química de ellos (Smidt—Hebbel y Pennacciotti, 1979) y de los requerimientos anuales de un poblador promedio (ponderando hombres, mujeres y niños) en energía (808.000 kcal), proteína (16,3 kg), lípidos (10 kg), vitaminas y minerales (Thompson, 1976; Tagle, 1973; Monckeberg y Valiente, 1976) y de las pérdidas (National Academy of Science, 1978) se estimó:

- El número de personas posibles de ser alimentadas por ha de suelo para tres niveles de producción: actual, bueno y potencial;
- Las superficies de cultivos y praderas requeridas para alimentar las poblaciones de los años 1983, 2000, 2050, 2100, según cada nivel de producción; por último, se analizó la disminución en suelos cultivables, producida por procesos de salinización, urbanización, erosión y contaminación.

RESULTADOS

Datos climáticos y de suelos del Llano Central

Atendiendo al tipo de clima y suelos (Cuadro 1), a los requerimientos de los cultivos y a los sistemas agrícolas predominantes, el Llano fue dividido en 4 sectores:

Sector 1: Santiago a Angostura de Paine.

Sector 2: Angostura a San Carlos.

Sector 3: San Carlos a Pitrufrquén.

Sector 4: Pitrufrquén a Puerto Montt.

El Sector 2 difiere del 1 debido a: un potencial productivo mayor, gracias a temperaturas más cercanas al óptimo de los cultivos de verano, en los meses de noviembre a marzo; mayores disponibilidades de agua en septiembre; y un número de horas de frío suficientes para la producción económica de frutales, como el manzano o peral, especies menos factibles en el sector 1.

El Sector 3 fue considerado diferente del 2 debido a que: empiezan a dominar los suelos derivados de cenizas volcánicas; el maíz para grano y la vid sólo son factibles en su parte norte; y el cultivo del arroz deja de ser económico, en general.

Por último, el Sector 4 se consideró diferente del 3 por poseer un clima tipo Marítimo (no Mediterráneo) y por desarrollar una agricultura más bien orientada a la ganadería que a los cultivos.

Desde un punto de vista de aptitud, los sectores 1 y 2 presentan un excelente potencial para todo tipo de agricultura de riego: frutales, arroz, horticultura, ganadería, etc. El Sector 3, tiene aptitud para frutales menores y numerosos cultivos, como trigo, avena, cebada, raps, remolacha y algunas leguminosas de grano; además, este sector posee una buena aptitud ganadera. Por su parte, el Sector 4 presenta muy buena aptitud ganadera y buena para ciertos cultivos, como trigo, papa y remolacha.

En cuanto a suelos, en el Sector 1 encontramos Vertisoles, Entisoles, Alfisoles e Inceptisoles, siendo estos últimos los más abundantes. Los Vertisoles y algunos Inceptisoles pumicíticos (Vitrandept) de este sector no presentan aptitud frutal, pero sí para cereales, leguminosas, cultivos industriales y hortalizas. Los Alfisoles y Entisoles tienen aptitud para todo cultivo.

En el Sector 2 también encontramos Vertisoles, Entisoles y Alfisoles. Los Vertisoles y algunos Alfisoles delgados, desarrollados sobre tobas volcánicas, sólo tienen aptitud para arroz o praderas. Los otros suelos son aptos para todo cultivo que permita el clima.

CUADRO 1. Tipos de climas y suelos del Llano Central
TABLE 1. Climates and soil types of the Chilean Central Plain

	SECTORES				TOTAL
	1 Santiago Angostura	2 Angostura Sn. Carlos	3 Sn. Carlos Pitrufquén	4 Pitrufquén Pto. Montt	
Tipo clima ¹	M	M	M	Ma	
Tº media, ºC	14,6	14,5	12,6	11,7	
Lluvia, mm	350	755	1200	1500	
ETP, mm	1320	1400	1230	1000	
Radiación, 1Y/día	410	400	380	300	
Tipo suelo ²	A	A y T	C	C	
arables (1.000 ha)					
Riego	167,4	588,2	385,1	2,6	1.143,3
Secano	48,6	168,7	857,3	801,5	1.876,1
No arables (1.000 ha)					
Praderas	29,3	107,2	201,3	221,8	559,6
Forestales	63,5	113,3	353,1	224,9	754,8
Otros	32,97	0,35	31,77	42,55	107,64
TOTALES	341,77	977,75	1828,57	1293,35	4.441,44

¹ M (Mediterráneo), Ma (Marino); Papadakis, 1973.

² A (aluviales), T (tobas volcánicas), C (cenizas volcánicas); ODEPA, 1968.

En el Sector 3 encontramos Entisoles, Inceptisoles y Alfisoles. Muchos de los Entisoles del sector, que presentan niveles freáticos altos, no tienen aptitud frutal. Los Inceptisoles son tipo Dystrandept (trumaos), aptos para todo cultivo.

En el Sector 4 encontramos Inceptisoles, Entisoles, Alfisoles. Entre los Inceptisoles, encontramos los Dystrandept, aptos para todo cultivo, y los Placaquept (ñadis), sólo aptos para praderas. Los Entisoles y Alfisoles son aptos para todo cultivo.

Potencial Productivo

Productividad primaria: en el Cuadro 2 se muestran productividades primarias potenciales, estimadas por algunos autores, para los 4 sectores del Llano, y productividades primarias medidas.

Las estimaciones de Huber serían válidas para condiciones naturales, pero subestiman la productividad potencial, bajo condiciones de riego y fertilización óptimas, ya que sus valores son inferiores a los medidos.

Las estimaciones nuestras y de Retamal, basadas en procesos fisiológicos y tomando en cuenta las variables climáticas más relevantes, mes a mes, estarían más cerca del verdadero potencial agrícola del Llano. Se debe destacar cuatro aspectos importantes:

- Las productividades potenciales anuales son un 100 a 300% superiores a los máximos medidos y la productividad potencial del trigo es 50% mayor que las máximas observadas. Ello implica que las condiciones ecológicas del Llano nos permitirían producir más y sólo tenemos que desarrollar y aplicar la tecnología apropiada para acercarnos a ese límite.
- El N aparece como la limitación más severa para elevar la productividad natural, excepto en los sectores 3 y 4, donde lo sería el P, en suelos trumaos.
- La productividad potencial de riego, frente a la de secano, refleja la enorme importancia del agua como factor limitante, incluso en el Sector 4.
- Las productividades observadas en el Llano Central chileno son superiores a las medidas en otros países (Loomis y Hall, 1971; Novoa, 1973).

Potencial productor de alimentos del Llano Central:

En el Cuadro 4 se indica las superficies disponibles y requeridas para satisfacer los requerimientos alimenticios de las poblaciones que habrá en el Llano Central hasta el año 2100, calculadas según estimaciones mostradas en el Cuadro 3. Se ve que para el año 2050 habrá un déficit de alimentos importante (50%), de continuar con las tasas de crecimiento de los rendi-

CUADRO 2. Productividades primarias del Llano Central. ton m.s./ha/año
TABLE 2. Potential primary productivity of the Chilean Central Plain. Ton D.M./ha/year

Sector	SECTORES				Autor
	1 Santiago Angostura	2 Angostura Sn. Carlos	3 Sn.Carlos Pitrufquén	4 Pitrufquén Pto. Montt	
Productividad biomasa total					
Riego	131	140	110	80	Retamal, 1972
Condiciones naturales	12	13,5	13,5	13	Huber, 1978
Secano potencial	21	28	47	51	Novoa y Villaseca
Riego potencial	108	110	96	71	Novoa y Villaseca
Riego con N natural ¹	6	6	7	7	Novoa y Villaseca
Riego con P natural ²	8	8	4,5	4,5	Novoa y Villaseca
Riego máximos medidos ³	50	21	28	26	Novoa y Villaseca
Productividad granos					
Trigo secano potencial	5,5	7,4	11	14	Novoa y Villaseca
Trigo riego potencial	16,5	19	17	17	Novoa y Villaseca
Trigo máximo medido	10,5	8,2	11	10,4	Novoa y Villaseca
Trigo máximo posible:					
Con N natural	2,4	2,4	2,8	2,8	Novoa y Villaseca
Con P natural	3,2	3,2	1,8	1,8	Novoa y Villaseca

¹ Estimado considerando un contenido de N de 10/o en biomasa y 60 kg de N entregados por suelo al año. E. Letelier (comunicación personal). Sin limitación de fósforo.

² Estimado de trigo, según P. Baherle (comunicación personal). Sin limitación de nitrógeno.

³ Maíz en sector 1 y Trigo en sectores 2, 3 y 4.

mientos y de la población actuales. Para ese año, sólo se podrá alimentar la población del Llano si se logra duplicar los rendimientos actuales promedios. Técnicamente ello será posible.

Hacia el año 2100, sólo sería posible alimentar un 560/o de la población, con rendimientos buenos, y sólo desarrollando nuevas técnicas podríamos elevar ese porcentaje. Para ello es urgente reforzar la investigación agrícola y la transferencia tecnológica del país. Otras alternativas para evitar este problema que se avecina, son: aumentar la superficie regada, intensificar el uso del suelo o reducir la tasa de crecimiento de la población a 0, en 50 años más.

Se considera factible que el Llano Central puede alimentar alrededor de 27 millones de chilenos.

Superficie de cultivos y praderas necesarias para producir los alimentos requeridos por la población actual y futura del Llano: Las conclusiones globales deducidas del Cuadro 4 pueden afinarse, considerando el caso de los diferentes cultivos requeridos y las limitaciones que el suelo y el clima plantean a la producción agrícola. En el Cuadro 5 se indica las superficies de suelo disponibles por rubro, las superficies que se deberían dedicar a las diversas actividades agrícolas, para tres niveles de rendimientos, para las poblaciones presentes y futuras, estimadas de la área.

Se consideró que, de los 3.019.400 ha de suelos arables, 1.143.300 eran de riego y 1.876.100 de secano. Además, se supuso que sólo un 330/o de esta superficie era cultivable anualmente, con la tecnología actual de producción. Este supuesto podría mejorarse, ya que en los sectores 1 y 2 hay alrededor de 400.000 ha que podrían ser cultivadas todos los años con dos cultivos: uno de invierno e, inmediatamente, uno de verano (trigo—papas, raps—maíz, trigo—soya, trigo—maravilla, etc.). Esta probabilidad permitiría intensificar el uso del suelo con cultivos anuales pero reduciría en igual superficie las praderas. Eso sí, los rastrojos de dichos cultivos podrían tener un uso ganadero.

El Cuadro 5 muestra que, con los rendimientos actuales y las superficies disponibles, sólo el trigo y las papas presentarían problemas de autoabastecimiento; evidentemente, esta situación se empeora en el futuro, si se mantienen los niveles de producción y aumento de población actuales. Hacia el año 2000, se haría crítica la situación del maíz, leguminosas y tomates; en el año 2050, se sumarían las oleaginosas, cebollas, zanahorias, frutas y leche; y en el 2050, se presentaría un déficit generalizado de alimentos.

En el caso del trigo es digno de destacarse, ya que para el año 2000 no sería suficiente hacer un doble cultivo (aproximadamente, 300 mil hectáreas), sino que se requerirá aumentar, además, los rendimientos de

CUADRO 3. Superficies por cultivo, según tres niveles de rendimientos, para satisfacer las necesidades alimenticias de un poblador

TABLE 3. Required area, per commodity, to satisfy the annual feeding needs of a person, according to three yield levels

Producto	Requerimientos Anuales kg o lt/poblador ¹	RENDIMIENTOS kg o lt/ha ²			Eficiencia Global ³	SUPERFICIE (HA)/POBLADOR SEGUN RENDIMIENTOS		
		Actuales	Buenos	Potenciales		Actuales	Buenos	Potenciales
Leche	100,0	3000	8000	15000	0,80	0,04167	0,01563	0,00833
Mantequilla	5,0	120	320	600	0,85	0,04902	0,01838	0,00980
Queso	4,0	375	1000	1875	0,74	0,01443	0,00541	0,00289
Carne Vacuno	10,0	300	1000	1500	0,71	0,04706	0,01412	0,00941
Carne Ave	6,0	1014	5298	7947	0,62	0,00961	0,00184	0,00123
Huevos	4,0	1250	2817	4225	0,73	0,00440	0,00195	0,00130
Trigo	160,0	1780	4500	12000	0,67	0,10901	0,04312	0,01617
Legumbres	5,5	750	2500	6000	0,46	0,01589	0,00477	0,00199
Papas	120,0	10910	30000	80000	0,56	0,01948	0,00709	0,00266
Arroz	15,0	3176	6000	14000	0,70	0,00675	0,00357	0,00153
Maíz	2,0	3550	8000	12000	0,75	0,00075	0,00033	0,00022
Remolacha ⁴	15,0	6300	11000	15000	0,75	0,00317	0,00182	0,00133
Oleaginosas ⁵	4,0	500	1200	2400	0,75	0,01067	0,00444	0,00222
Tomates	30,0	30000	80000	120000	0,42	0,00236	0,00089	0,00059
Lechugas	6,0	20000	40000	60000	0,45	0,00067	0,00033	0,00022
Cebollas	6,0	25000	75000	100000	0,45	0,00053	0,00018	0,00013
Zanahorias	8,0	15000	45000	90000	0,61	0,00087	0,00029	0,00014
Ajos	0,1	4000	10000	14000	0,51	0,00005	0,00002	0,00001
Damascos	1,5	9000	25000	36000	0,44	0,00038	0,00014	0,00009
Duraznos	10,0	9400	20000	40000	0,44	0,00242	0,00114	0,00057
Limón jugo	0,6	9600	25000	54000	0,55	0,00011	0,00004	0,00002
Manzanas	5,0	12000	27000	60000	0,45	0,00093	0,00041	0,00019
Naranjas	5,0	10000	27000	54000	0,41	0,00123	0,00045	0,00023
Paltas	2,0	3100	11000	18000	0,46	0,00141	0,00040	0,00024
Uvas	4,0	6200	18000	27000	0,38	0,00168	0,00058	0,00039
TOTAL						0,34453	0,12733	0,06191
Pobladores/ha						2,90247	7,85353	16,15175

¹ Costo anual de esta ración: \$30.000 ó 330 dólares, aproximadamente.

² 1 kg mantequilla = 25 lt leche; 1 kg queso = 8 lt leche. Carne de ave/ha: suponiendo se necesita 1,5 kg maíz/kg pollo. Huevos/ha: una gallina pone 250 huevos anuales; 1 kg huevo = 50 huevos; y una gallina con su reemplazo comen 35,5 kg de maíz/año.

³ La eficiencia considerada incluye pérdidas de producto por almacenaje, transporte o elaboración, necesidad de superficie para semilla, desecho de comida.

⁴ Rendimiento en kg azúcar/ha.

⁵ Rendimiento en kg aceite/ha.

CUADRO 4. Superficies requeridas para alimentar población actual y futura del Llano Central (1.000 ha)

TABLE 4. Area required to feed the present and future populations of the Chilean Central Plain (1.000 ha)

Año	Población ¹ (miles)	Superficie disponible	Superficies requeridas según nivel de rendimiento ²		
			Actual	Bueno	Potencial
1983	6.351	3.543	2.190	810	394
2000	8.460	3.526	2.914	1.076	525
2050	19.650	3.425	6.776	2.500	1.218
2100	43.750	3.189	15.086	5.573	2.709

¹ Estimada asumiendo crecimiento 1,70/o anual (INE, 1982).

² Actual, bueno y potencial; permiten alimentar 2,9; 7,7; y 15,7 personas/ha.

CUADRO 5. Superficies de cultivos y praderas disponibles y requeridas para alimentar población del Llano Central según tres niveles de rendimientos. 1.000 ha

TABLE 5. Surface of available soils and required surfaces to feed the Chilean Central Plain population, according to three yield levels. 1.000 ha

Año Población	Rendimientos ¹	1983 6.351.000			2000 8.460.000			2050 19.650.000			2100 43.750.000		
		A	B	P	A	B	P	A	B	P	A	B	P
Rubros	Disponibles												
Total	3543	2189,1	810,2	394,1	9214,4	1076,4	525	6768,8	2499,9	1218,3	15073,1	5572,8	2709,5
Trigo	300	692	274	103	922	365	137	2142	847	318	4769	1886	707
Maíz ²	110	94	27	18	125	35	23	290	81	54	646	187	121
Arroz	83	43	23	10	57	30	13	132	70	30	295	156	67
Leguminosas	101	101	30	13	134	40	17	312	94	39	695	209	87
Papas	100	124	45	17	164	60	23	383	139	52	852	310	116
Remolacha	88	20	12	8	27	15	11	62	36	26	139	80	58
Oleaginosas	114	68	28	14	90	38	19	210	87	44	467	194	97
Tornates	17	15	6	4	20	7,5	5	46	17	12	103	39	26
Cebollas	9	3,3	1,1	0,8	4,5	1,5	1,1	10,4	3,5	2,6	23	8	6
Ajos	6	0,3	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	1	0,4	0,3	2,1	0,9	0,6
Lechugas	10	4,2	2,1	1,4	6	2,8	1,9	13	6,6	4,4	29	15	10
Zanahorias	9	5,5	1,8	0,9	7,4	2,5	1,2	17	5,6	2,8	38	13	6
Damascos	3	2,4	0,9	0,6	3,2	1,2	0,8	7,4	2,7	1,9	17	6	4
Duraznos	16	15,4	7,2	3,6	20,5	9,6	4,8	48	22	11	106	50	25
Manzana	5	5,9	2,6	1,2	7,9	3,5	1,6	18	8	4	41	18	8
Limón	1	0,7	0,3	0,1	1	0,4	0,2	2,2	1	0,4	5	1,9	0,9
Naranja	6	7,8	2,9	1,4	10,4	3,9	1,9	24,1	8,9	4,5	54	20	10
Paltas	7	8,9	2,5	1,5	11,9	3,4	2,1	27,7	7,8	4,8	62	17	11
Uva mesa	9	10,7	3,7	2,5	14,2	4,9	3,3	33	11,4	7,6	73	25	17
Carne Vac ³	1115	299	90	60	398	119	80	925	277	185	2059	618	412
Carne ave ³		61	12	8	81	16	10	189	36	24	420	80	54
Leche	453	265	99	53	353	132	71	818	307	164	1823	684	365
Mantequilla	829	311	117	62	415	155	83	963	361	193	2145	804	429
Queso	152	92	34	18	122	46	24	284	106	57	631	237	126
Huevos ³		28	12	8	37	17	11	87	38	26	193	86	57

¹ A = Actual; B = Buenos (2,66 x actual); P = Potencial (2 x buenos).

² Incluye superficie para aves.

³ Superficie considerada en Maíz.

18 a 28 qq/ha, equivalente al 2,60/o anual. Si no se hace doble cultivo, debería aumentarse de 18 a 55 qq/ha los rendimientos, o sea, a una tasa del 6,80/o anual. El resto de los terrenos cultivables con trigo en el país no podría aliviar esta situación, pues en esos sectores vive el 450/o de la población, que también debe alimentarse y, además, son terrenos menos productivos.

Si consideramos el caso de los rendimientos buenos, la situación se desplaza en 50 años. La situación de trigo se haría crítica hacia el 2050, lo mismo que la de la papa. Aun con estos rendimientos, la situación se haría crítica en el 2100.

Si tomamos los rendimientos potenciales, ellos no son posibles de alcanzar con las tecnologías disponibles y sólo con un intenso esfuerzo en investigación y transferencia de tecnología y manteniendo políticas económicas adecuadas, será posible acercarnos a ellos.

Se podría pensar que el país no tiene por que pensar en auto-abastecerse de alimentos, ya que podría comprar lo que necesita; pero ello sería sumamente riesgoso, ya que a nivel mundial la situación es similar o peor que en Chile (Alexander, Bruisma y Yotopulos, 1983; FAO, 1979 y 1983). La tasa de aumento de producción de alimentos a caído y se espera una población mundial de 6.000 millones de habitantes para el año 2000, contra los 4.000 millones actuales.

Podría aliviar este pronóstico, el hecho que la tasa de incremento de la población chilena bajó de 2,20/o a 1,79/o, en los últimos 10 años (INE, 1982); de mantenerse esa tendencia, la población nacional se estabilizaría hacia 2020, alcanzando aproximadamente 17 millones de personas. Ello significaría una población de 11 millones en el Llano Central. Dado que los planes nacionales sobre control de natalidad han sido frenados, es posible que la tasa actual se mantenga en el futuro cercano.

Procesos que atentan contra el potencial productivo

Urbanización: En el Cuadro 6 se muestra el avance de la urbanización y su efecto en la disponibilidad de suelos agrícolas. Para el año 2100, según esta estimación, Santiago ocuparía prácticamente todo el territorio entre Santiago y Angostura. En los otros sectores, la reducción no pasa del 40/o. La situación del Sector es aún peor que lo indicado, ya que su población crece, en realidad, más que en el resto del país, debido a la inmigración de personas de otras regiones (2,20/o vs. 1,70/o anual).

Salinización: Este proceso es de mayor efecto en el Sector 1, donde existen 19.440 ha afectadas por salinidad. Anualmente se estima que, por efectos del riego, se depositan 1.500—5.000 kg/ha de sales, en terrenos regados con aguas del Maipo o Mapocho. Sin em-

bargo, el problema sólo es evidente en suelos con mal drenaje y de texturas arcillosas. Al sur de Angostura, disminuye el contenido de sales en el agua de riego (Cuadro 7) y se van reduciendo, tanto la frecuencia como los volúmenes de agua aplicados. Ello hace que el riesgo de salinización sea mínimo en el Sector 2 y casi nulo en los sectores 3 y 4. Además, las mayores lluvias lavan las posibles sales depositadas por el riego.

Erosión: La erosión observada en el Llano Central, según estudios agrológicos hechos entre 1960 y 1981 (Ministerio de Agricultura, 1959, 1964 y 1971; SAG, 1971, 1975 y 1977), dan las cifras indicadas en el Cuadro 8. Se puede ver que un 170/o de los terrenos arables están erosionados, en diversos grados. Esta situación es inexcusable y grave, pues este tipo de suelos son poco susceptibles a la erosión y son los terrenos más productivos del país.

CUADRO 6. Superficies urbanas y agrícolas actuales y futuras para 4 sectores del Llano (1.000 ha)

TABLE 6. Present and future urban and agricultural areas of 4 sectors of the Chilean Central Plain (1.000 ha)

AÑO	SUPERFICIE POR SECTOR							
	Stgo. — Angost.		Angost.—S.Carlos		S.Carlos—Pitruf.		Pitruf.—P.Montt	
	Urb. ¹	Agr.	Urb.	Agr.	Urb.	Agr.	Urb.	Agr.
1983	45,5	192,2	5,2	752	4,6	1240	2,3	1024
2000	60,5	177,1	6,9	750	6,1	1238	3,0	1023
2050	140,6	97,0	16,1	741	14,2	1230	7,0	1019
2100	326,0	0,0	37,4	720	33	1211	16,5	1010

¹ Estimado de ecuación de regresión $Y = 0,01087 \times (N^{\circ} \text{ habitantes}) - 14,4$. Calculada en base a datos de Bleyer y Rengifo (1970).

CUADRO 7. Contenido de sales en aguas de los principales ríos chilenos

TABLE 7. Salt content of the main Chilean rivers

Río	Salinidad g/m ³	Sales depositadas en una temporada de riego (kg/ha)
Mapocho	160—540	800—2700
Maipo	302—1000	1510—5000
Cachapoal	200—1000	1000—5000
Tinguiririca	110	550
Teno	150	750
Maule	90	450
Longaví	40	200
Dinguillín	50	250
Biobío	60	300
Laja	30	150
Toltén	30	150
Cautín	30	150
Bueno	40	200

FUENTE: Sadzawka y Aomine, 1977.

Llama también al atención el alto grado de erosión en los suelos no arables del Sector 3, debido seguramente a que han sido cultivados sin tener aptitud para ello. Un mayor cuidado en el uso de los suelos, del Llano y la introducción de técnicas, tales como cero labor, reducirían este problema.

Contaminación: Un cuarto proceso que está afectando la productividad del Llano, especialmente en el Sector 1 y en la parte norte del Sector 2, y a la calidad de los alimentos producidos, es la contaminación. Afecta a las aguas de riego y a los suelos. Por ejemplo, son conocidos los problemas sanitarios provocados por el uso de aguas servidas en la zona regada por el Mapocho y, también, se sabe de la contaminación con Cu provocada por la minería, que contamina los ríos Aconcagua y Cachapoal. Estudios efectuados por Sudzuki (1957), Novoa (1963) e I. Sotomayor (1967, informe M. de A.—SAG, no publicado), muestran que

CUADRO 8. Superficies erosionadas en los distintos sectores del Llano Central. Miles de has y %o erosionados sobre total del sector o Llano

TABLE 8. Eroded areas found in the sectors of the Chilean Central Plain. Thousand ha and %o eroded over total area

Suelos Agrícolas	SECTORES									
	1		2		3		4		Total	
	ha	%o	ha	%o	ha	%o	ha	%o	ha	%o
Arables	33,7	16	25,9	3	233,9	19	213	26	506,5	17
No arables	30,9	25	20,4	1	173,5	30	44	9	268,8	19
Total	64,6	19	46,3	5	407,4	22	257	20	775,3	17

FUENTE: Ministerio de Agricultura (1971, 1964 y 1959), Servicio Agrícola y Ganadero (1977, 1975 y 1971) y Comisión Nacional de Riego (1981, 1978 y 1977).

muchos suelos regados con aguas del Cachapoal exceden las 30 ppm de Cu soluble al EDTA y que dicho contenido está en aumento.

No hay evaluaciones precisas del daño que produce este proceso en la productividad agrícola ni en la calidad de los alimentos.

Otros: Procesos, tales como la eutricación o problemas de drenaje, ocasionados por la actividad agrícola, no han sido evaluados, pero podrían estar afectando la productividad en algunos lugares del Llano. Es opinión de algunos especialistas que el mal drenaje es muy común en el Llano Central, pero cuanto de éste se debe a mal uso del riego no está cuantificado. Se estima que un 250/o (755 mil ha) de los suelos arables y un 70/o (104 mil ha) de los no arables están sufriendo de problemas de drenaje.

Por otra parte, en los suelos regados por el Maipo y el Mapocho se deposita limo y arena, disminuyendo su potencial productivo.

CONCLUSIONES

1. El Llano Central chileno tiene condiciones de clima excepcionalmente favorables para los vegetales, mostrando productividades potenciales de entre 70 y 100 ton de m.s./ha/año y valores medidos, entre 30 y 50 ton/ha/año.
2. Las principales limitaciones a su productividad son el nitrógeno y el agua, en los sectores entre Santiago y San Carlos; más al sur, empieza a predominar la limitación por fósforo, en especial en suelos trumaos.
3. De no aumentarse los rendimientos actuales, para el año 2050 ya habrá un fuerte déficit de alimen-

tos y hacia el año 2100, no se podrá alimentar a la población del Llano (y de Chile).

4. El análisis indicó que el déficit de producción aparecerá primero en los rubros trigo y papas.
5. La única vía para evitar este grave problema, es reforzar el sistema nacional de investigación y transferencia de tecnología y mantener una política de fomento a la producción agrícola, con proyección al futuro, de manera de contar y poner en práctica sistemas de producción cada vez más eficientes.
6. La población máxima posible de alimentar en el Llano sería del orden de 27.000.000 de habitantes, considerando el caso de rendimientos buenos e intensificando el uso del suelo con cultivos.
7. El proceso que más atenta contra la conservación del potencial productivo del Llano parece ser la erosión, que ya ha comprometido un 170/o de los suelos arables.
8. La urbanización sería el proceso que más afectaría al sector Santiago—Angostura de Paine. Hacia el año 2050, habrá reducido la área del sector en un 500/o y hacia el año 2100 en un 1000/o. Además, este mismo sector es el que tiene mayor riesgo de salinización.
9. Los procesos de contaminación, eutricación y otros, que están atentando contra la productividad del Llano, no han sido cuantificados y su impacto sobre la productividad de los ecosistemas agrícolas no es posible evaluarlos.
10. Sería altamente recomendable el asignar recursos para un estudio más detallado del potencial productivo del país y de los procesos que atentan contra él.

RESUMEN

En base a antecedentes climáticos y edáficos, se distinguió cuatro sectores en el Llano Central chileno, con el propósito de evaluar su potencial agrícola. Para cada sector se estimó las productividades actuales y potenciales, la población posible de alimentar y las superficies de diversos cultivos y praderas requeridas para sostener las poblaciones actuales y las proyectadas a los años 2000, 2050 y 2100. Además, se analizó la reducción o deterioro de los suelos que se produciría por procesos de urbanización, erosión y contaminación.

Se concluyó que el nitrógeno y el agua son las principales limitantes a la productividad al norte de la ciudad de San Carlos; hacia el sur, el fósforo pasa a ser el factor más importante.

El proceso que más atenta contra el potencial productivo del Llano es la erosión, que ya ha comprometido

170/o de los suelos arables. En la Región Metropolitana, la expansión urbana ocupará el 500/o de los suelos agrícolas, hacia el 2050. De mantenerse las tasas actuales de incremento de los rendimientos y de la población, se tendrá un déficit generalizado de alimentos en dicho año.

La capacidad productora de trigo y papas será la más rápidamente agotada; para lograr el auto-abastecimiento en estos alimentos, en el año 2000, se requerirá un esfuerzo muy grande.

Se estimó que el Llano Central puede alimentar 27 millones de chilenos.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDROS, N.; BRUISMA J.; and TOTPOULOS, P.A. 1983. Agriculture from the perspective of population growth. Economic and Social Development Papers 30. FAO, Rome. 87 p.
- BLEYER, P. y RENGIFO, J. 1970. Ocupación de terrenos agrícolas de riego por avance urbano en la Provincia de Santiago entre los años 1956 y 1970. U. Católica de Valparaíso. 50 p. (Tesis mimeografiada).
- COMISION NACIONAL DE RIEGO. 1981. Estudio de suelos Proyecto Maipo. Agrolog. Chile Ltda.
- COMISION NACIONAL DE RIEGO. 1978. Estudio integral de riego de la cuenca del río Mataquito. CICA.
- COMISION NACIONAL DE RIEGO. 1977. Estudio integral de riego de la cuenca del río Maule. CEDEC.
- DI CASTRI, F. y HAYEK, E. 1976. Bioclimatología de Chile. U. Católica de Chile. Santiago, Chile, 129 p.
- DOORENBOS, J. and KASSAM, A.H. 1979. Yield response to water. Irrigation and Drainage Papers 33. FAO, Rome. 193 p.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1983. El estado mundial de la agricultura y de la alimentación. Roma. 83 p.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1979. La agricultura hacia el año 2000 Roma. 120 p.
- FUENZALIDA, H. 1965. Clima. EN: Geografía Económica de Chile. CORFO. Texto refundido. Santiago, Chile. 885 p.
- HUBER, A. 1978. La productividad potencial de la vegetación natural en Chile. Agro Sur 6 (2): 83—89.
- INE. Instituto Nacional de Estadísticas. 1982. Compendio Estadístico. 210 p.
- LOOMIS, R.S. and HALL, A. 1971. Agricultural productivity. Annual Rev. Plant. Physiol: 431—468.
- LOOMIS, R.S. and WILLIAMS, W.A. 1963. Maximum crop productivity: an estimate. Crop Science (3): 67—72.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1971. Estudio agrológico de la cuenca del Biobío. PNUD/FAO/CHI71/549.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1964. Proyecto de habilitación de suelos Maule Norte. DECSA.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1959/60. Reconocimiento de suelos de las provincias de Osorno y Llanquihue. Agricultura Técnica (Chile) 19—20: 125—205.
- MONKEBERG, F. y VALIENTE, S. 1976. Antecedentes y acciones para una política nacional de alimentación y nutrición en Chile. Ed. Gabriela Mistral. Santiago, Chile. 146 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. 1978. Post harvest food losses in developing countries. Washington D.C. 206 p.
- NOVOA, R. 1973. Productividad primaria y clima. Agricultura Técnica (Chile) 33 (3): 134—146.

- NOVOA, R. 1963. Elementos menores en suelos cultivados con alfalfa. U. de Concepción, Chillán, Chile. 268 p. (Tesis mimeografiada).
- ODEPA. Oficina de Planificación Agrícola. 1968. Potencialidad de los suelos chilenos. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile.
- PAPADAKIS, J. 1973. Regiones ecológicas de Chile. AGL/SF/CHO/18. Informe Técnico 3. FAO. Roma. 49 p.
- RETAMAL, M.E. 1972. Evaluación agrofísica del potencial productivo de diversas regiones de Chile. U. Católica de Chile. 33 p. (Tesis mimeografiada).
- SADZAWKA, M.A. and AOMINE, S. 1977. Absorption of silica in river water by soils in Central Chile. Soil Science and Plant Nutrition 23: 297–309.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. 1977. Estudio agro-lógico de la provincia de Colchagua. DIPROREN—SAG—MINAGRI.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. 1977. Estudio agro-lógico de la área de Coihueco. DIPROREN—SAG—MINAGRI.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. 1975. Estudio agro-lógico de la área de riego del embalse Digua. SAG—MINAGRI.
- SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. 1971. Estudio agro-lógico de la área de Diguillín. SAG—ONU—MINAGRI.
- SMIDT—HEBBEL, H. y PENNACCIOTTI, I. 1979. Tabla de Composición Química de los alimentos chilenos. 6º Edición. U. de Chile. Santiago.
- SUDZUKI H., F. 1963/1964. Relaves de cobre y aguas de riego del río Cachapoal. Agricultura Técnica (Chile) 13–14: 15–62.
- TAGLE, M.A. 1973. Nutrición 73. Jerba Ltda. Santiago, Chile, 180 p.
- THOMPSON, J.A. 1976. Dietary Nutrient Guide. AVI, Westport, Connec. 276 p.