

# ESTUDIOS BIOQUIMICOS DEL VALLE DEL MEZQUITAL.

REGIONES DE TULA, MIXQUIAHUALA, TASQUILLO E IXMIQUILPAN

Por JUAN ROCA y  
ROBERTO LLAMAS,  
del Instituto de Biología.

## ALIMENTACION

**L**A segunda parte de nuestros estudios relativos a la composición química de los productos vegetales alimenticios del Valle del Mezquital, comprende el conocimiento de las regiones de Ixmiquilpan, Tasquillo, Mixquiahuala y Tula, incluyendo, como es natural, los pequeños centros agrícolas vecinos a todos estos lugares.

Con el fin de terminar todo lo que se refiere al conocimiento del valor nutritivo de los alimentos de origen vegetal producidos en el Valle del Mezquital, hemos efectuado las siguientes determinaciones que comprenden todos aquellos lugares no incluidos en nuestro primer trabajo.

	Agua Higr.	Cenizas	Proteinas	Fibra cruda	E. no Nitrog.	E. etereo
Frijol revuelto, Tula	12.15	4.50	21.50	4.15	55.35	2.35
Maíz revuelto, Tula	12.80	1.60	9.21	3.15	68.99	4.25
Frijol negro, Tepetitlán, Tula	12.00	4.50	22.15	4.35	54.70	2.30
Frijol bayo chico, San Ildefonso, Tula	10.60	4.40	20.25	4.05	58.30	2.40

	Agua Higr.	Cenizas	Proteínas	Fibra cruda	E. no Nitrog.	E. etereo
Frijol franciscano, Tepetitlán, Tula	11.70	3.86	24.10	3.90	54.29	2.15
Maíz temporal, Jesús María, Tula	12.50	1.85	8.50	3.05	69.95	4.15
Frijol moro, Chimaloya, Tula	10.40	4.80	21.25	4.35	56.98	2.22
Maíz abrileno, Teocalco	11.15	1.70	8.07	3.21	70.47	5.40
Frijol bayo menudo, San Mateo, Tula	10.50	4.40	20.43	4.05	58.67	1.95
Maíz temporal de La Puerta, Tula	13.40	1.85	9.00	3.05	67.20	5.50
Maíz pinto de Santa Ana, Tula	14.00	1.57	9.80	3.22	66.31	5.00
Arvejón, Tula	13.00	2.50	22.75	4.80	53.70	3.25
Maíz de Gavillero, Teocalco	12.90	2.00	8.56	3.50	66.89	3.15
Trigo de Gavillero, Teocalco	13.00	1.90	14.10	2.25	66.45	2.30
Haba de San Andrés, Tula	10.25	3.40	23.62	7.50	53.95	1.23
Haba del Ejido de Santa Ana	10.60	3.50	22.62	7.78	53.80	1.70
Trigo de Tula	11.60	1.90	13.80	2.60	67.88	2.22
Maíz de Tasquillo	12.20	2.00	7.50	3.25	70.67	4.38
Frijol blanco, medio riego, Tasquillo	11.10	1.90	21.12	4.35	57.73	3.80
Maíz de El Porvenir, Tasquillo	13.10	2.10	10.50	4.30	64.80	5.20
Haba de Ixmiquilpan	9.50	2.75	25.25	7.80	51.92	2.78
Maíz de Ixmiquilpan	11.00	1.95	8.80	3.22	69.83	5.20
Maíz de Ixmiquilpan	11.00	1.95	8.90	3.30	69.25	5.60
Maíz de riego, El Arbolado, Tasquillo	14.00	2.00	8.70	3.80	66.75	4.75
Frijol revuelto, Tasquillo	10.50	2.85	19.31	4.80	59.04	3.50

	Agua Higr.	Cenizas	Proteinas	Fibra cruda	E no Nitrog	E. eterco
Maíz de riego, Tasquillo	9.50	2.10	8.10	3.15	73.55	3.80
Maíz de Mixquiahuala	14.00	2.05	8.38	3.10	67.37	5.10
Frijol garambullo de Tasquillo	11.80	4.70	21.75	3.80	56.15	1.30
Frijol bayo revuelto de San Francisco, Tula	11.60	3.15	23.00	4.50	55.60	2.15
Frijol bayo revuelto de S. Francisco, Tula. (Otra muestra)	10.40	4.08	22.01	4.12	57.54	1.85
Garbancillo, Tepetitlán, Tula	10.50	3.20	23.50	4.25	53.30	2.25
Haba de Tula	11.40	3.10	24.37	7.55	52.06	1.42
Haba, Valle de Tula	12.00	3.00	22.06	7.50	52.24	3.20
Arvejón, Valle de Tula	10.00	2.08	20.12	5.40	60.30	2.10
Trigo, Valle de Tula	11.00	1.40	12.25	2.40	70.85	2.10
Maíz pinto negro, Vale de Tula	8.00	2.00	10.06	3.16	71.38	5.40
Frijol ayocote, Valle de Tula	12.50	2.95	18.17	4.00	69.30	3.08
Cebada forrajera, Vale de Tula	12.50	3.00	10.50	5.50	66.00	2.50
Maíz blanco, Valle de Tula	11.00	2.50	9.62	4.08	67.92	4.88
Lenteja, Valle de Tula	9.50	5.20	20.95	5.10	54.85	4.40
Maíz, Valle de Tula	10.25	1.50	9.62	3.55	68.90	6.15
Trigo, Valle de Tula	11.10	1.10	13.10	2.40	70.08	2.22
Trigo, Valle de Tula	11.30	1.50	12.63	2.55	69.88	2.09
Trigo del Rancho de La Puerta, Tula	12.00	1.85	12.50	2.45	68.80	2.40
Trigo de San Andrés, Tula	12.00	2.00	12.80	2.38	70.82	2.00

	Agua Higr	Genizas	Proteínas	Fibra cruda	E. no Nitrog.	E. etero
Maíz de San Andrés, Tula	11.00	1.80	8.90	3.15	68.20	5.95
Trigo Hacienda Nextlalpan, Tula	11.20	2.25	14.20	2.50	67.48	2.37
Trigo, Rancho Jesús María	11.90	2.00	13.50	2.35	67.77	2.48
Trigo de La Puerta, Tula	12.30	1.95	14.00	2.60	66.80	2.35
Lenteja, Tula	10.30	4.15	19.56	3.70	58.14	4.15
Maíz marceño, Nextlalpan, Tula	11.00	1.18	8.95	3.05	70.34	5.48
Trigo regado con aguas negras y blancas, Gavillero, Teocalco	9.50	1.95	11.20	2.18	72.77	2.40
Maíz de Tlaxcoapan	10.60	1.50	9.18	3.12	71.12	4.48
Maíz de San Miguel	10.50	1.45	8.80	3.25	71.10	4.90
Maíz de Teocalco	12.40	1.42	8.90	3.14	69.06	5.08
Como promedio de los resultados anteriores se obtienen las cifras siguientes:						
Maíz	11.72	1.82	8.94	3.32	69.21	4.94
Frijol	11.21	3.79	21.42	4.20	56.93	2.45
Trigo entero	11.53	1.80	13.10	2.42	68.88	2.27
Haba	10.75	3.15	23.58	7.62	52.82	2.08
Lenteja	9.90	4.67	20.26	4.40	56.50	4.27
Arvejón	11.50	2.29	21.43	5.10	57.01	2.67
Cebada forrajera	12.50	3.00	10.50	5.50	66.00	2.50

En todas las muestras de alimentos estudiados, se determinó también el calor de combustión en la bomba calorimétrica, habiéndose obtenido los resultados siguientes que se expresan en calorías por cien gramos de alimento, desecado a 100 grados.

Frijol revuelto	420	Maíz temporal	467
Maíz revuelto	464	Maíz pinto	466
Frijol negro	426	Arvejón	435
Frijol bayo	419	Maíz de gavillero	408
Frijol franciscano	425	Trigo	443
Maíz temporal	466	Haba	425
Frijol moro	417	Haba	425
Maíz abrileno	458	Trigo	444
Bayo menudo	415	Maíz	470

Frijol	430	Maíz pinto	471
Maíz	470	Frijol ayocote	431
Haba	420	Cebada	370
Maíz	457	Maíz blanco	467
Maíz	460	Lenteja	437
Maíz	456	Maíz	470
Frijol revuelto	425	Trigo	445
Maíz	456	Trigo	443
Maíz	461	Trigo	443
Frijol garambullo	426	Trigo	443
Bayo revuelto	424	Maíz	470
Bayo revuelto	420	Trigo	446
Frijol garbancillo	427	Trigo	444
Haba	420	Trigo	445
Haba	435	Lenteja	421
Arvejón	400	Maíz marceño	468
Trigo	444		

## AGUAS

El agua ocupa un lugar preponderante desde cualquier punto de vista que se la considere y muy especialmente en lo que se refiere a las condiciones de subsistencia de la materia organizada, de ahí que al estudiar el Valle del Mezquital ocupe lugar preferente el conocimiento preciso del agua que se utiliza como bebida. Deslindar el campo puramente químico del bacteriológico es casi imposible e impropio, ya que la presencia de determinadas substancias está relacionada con la existencia de ciertos agentes bacterianos, pero esa íntima conexión facilita el estudio de las mismas sabiendo colocarse en un plano apropiado. Trataremos pues, de la composición química de las aguas de esa región desde el punto de vista de su potabilidad química.

En caso necesario será preciso estudiar la purificación de las aguas analizadas, pero esa purificación puede ser química cuando la impotabilidad es debida a la presencia de ciertos iones, como el hierro, manganeso, etc., o a la cantidad excesiva de ciertos aniones, como cloriones, sulfationes, carbonationes, etc. Pero también se considera impotable un agua cuando contiene nitriones, nitraciones, etc., a pesar de que la presencia de esos iones en cantidad relativamente pequeña, no puede producir modificaciones apreciables en el metabolismo, pero es que en este caso, la presencia de los iones mencionados supone la presencia de materia orgánica y ciertas bacterias que son las que realmente suelen producir en el organismo alteraciones de gran trascendencia.

Después de haber recorrido todo el Valle del Mezquital podemos dividir las fuentes de abastecimiento de agua en los grupos siguientes: aguas de río, aguas de jagüey, aguas de pozos superficiales y algunas, muy pocas, de manantial.

Las aguas de río llegan a los poblados y a las casas en condiciones lamentables: en tiempo de aguas parecen lodo y en el resto del año, aunque en su aspecto sean algo más limpias, en realidad no están preservadas en lo más mínimo de contaminaciones por deyecciones de animales y humanas, constándonos el caso de haber encontrado en las zanjas cadáveres de animales y alguna vez cadáveres humanos, debido a que el agua es conducida a la localidad por zanjas abiertas, como en Tula. En otros lugares disponen únicamente de jagüeyes, a donde van a parar los residuos de materia orgánica de los contornos, contaminándose por contacto directo del hombre y animales. En numerosos lugares hay agua de pozos superficiales, como en Tlaxcoapan, que tienen unos 15 metros de profundidad, en Ixmiquilpan que están casi a flor de tierra, en San Marcos tienen una profundidad de unos 6 metros y en Tetepango hay un pozo público, junto al cementerio, de 40 metros de profundidad. En gran parte de San Marcos usan el agua de un pozo profundo que existe en la Tolteca. En unos cuantos lugares, como en Tepetitlán, disponen de manantiales, a cierta distancia del pueblo, pero el agua es conducida en zanja abierta, de modo que puede contaminarse en el recorrido. Sólo en Tasquillo están entubando el agua de Tzendejé para llevarla al pueblo, recogiéndola previamente en un depósito construido cerca del manantial. Finalmente hay que mencionar el hecho de que en numerosos poblados, especialmente en los ranchos y casas aisladas acarrear el agua del río en botes de hoja de lata y la usan después de una ligera sedimentación o bien la filtran por filtros de piedra natural o artificial, existiendo también en algunos lugares, como en Tlaxcoapan e Ixmiquilpan, aljibes o cisternas, en donde almacenan agua de lluvia.

Los análisis que se detallan a continuación tienen por objeto el estudio de la potabilidad de las mismas desde el punto de vista químico. Las muestras fueron tomadas personalmente por nosotros en las debidas condiciones. En las dosificaciones y expresión de los resultados hemos seguido los procedimientos oficiales que rigen en el Departamento de Salubridad Pública. Se evitó en lo posible la alteración de la muestra por desarrollo de gérmenes, transcurriendo muy poco tiempo entre la toma de

la muestra y la práctica del análisis. Los datos del cuadro expresan miligramos por mil de agua. La reacción se refiere a la fenolfaleína y la acidez se calculó en  $\text{CaCO}_3$ , conforme al procedimiento oficial.

También hemos de advertir que estos análisis se practicaron después de pasar el tiempo de aguas, ya que en dicha temporada, la mayoría de ellas, más bien parecían lodo que agua.

	Color	Nitrógeno de amoníaco	Nitrógeno proteico	Nitrógeno de nitritos	Nitrógeno de nitratos	Reac.	Acidez	Cloruros
Agua pública de Tula tomada de una llave	5	0.096	0.256	0.002	1.50	Acida	24	2.64
Agua del Río Tula tomada en La Puerta	Muy turbia	0.056	0.488	0.058	0.75	Acida	19	1.76
Manantial de Tzendejé	1	0.080	0.124	0.001	1.50	Acida	53	2.64
Baños de Tzendejé	1	0.100	0.124	0.004	1.00	Acida	48	3.08
Agua de Tzendejé, al entubarse para Tasquillo	1	0.048	0.068	0.002	1.50	Acida	36	3.08
Agua de aljibe filtrada. La utilizan algunas personas en Ixmiquilpan	2	0.064	0.176	—	1.50	Acida	146	0.88
Baños de El Arbolado en Tasquillo	1	0.032	0.260	0.007	2.00	Acida	60	6.16
Agua de San Miguel Tetillas, Tasquillo	3	0.048	0.172	0.007	1.50	Acida	33	3.52
Ixmiquilpan, agua de pozo superficial	5	0.064	0.216	0.050	6.00	Acida	72	26.40
Ixmiquilpan, agua de pozo superficial	7	0.064	0.244	0.050	4.00	Acida	82	20.40
Tepetitlán, Hgo. Agua de manantial	2	0.056	0.144	—	0.50	Acida	12	1.76
Agua de Ajacuba. Pozo público	2	0.108	0.148	0.002	2.50	Acida	57	4.40
Agua de Ajacuba. Jagüey	6	0.108	0.290	—	1.00	Acida	42	2.64
Tetepango. Pozo público	6	0.248	0.256	0.014	3.00	Acida	138	1.76
Tlaxcoapan, pozo	4	0.104	0.188	0.001	20.00	Acida	20	89.76

	Color	Nitrógeno de amoniaco	Nitrógeno proteico	Nitrógeno de nitritos	Nitrógeno de nitratos	Reac	Acidez	Cloruros
San Marcos, pozo artesiano	4	0.116	0.288	—	1.50	Acida	183	7.04
San Andrés	7	0.134	0.284	0.004	1.50	Acida	32	1.76
Depósito de Tula	6	0.116	0.196	0.002	1.50	Acida	25	2.64
Agua de aljibe, Tlaxcoapan	2	0.224	0.232	0.005	2.00	Acida	25	4.40
Río Chico, Tula	6	0.128	0.180	0.002	1.50	Acida	63	3.52
Río de Tula, agua tomada en La Puerta	3	0.080	0.296	0.004	1.00	Acida	25	2.64
Río Grande, Tula	Muy turbia	0.064	0.260	0.001	0.50	Acida	10	2.64
Pozo particular, San Marcos	2	0.016	0.308	0.002	0.50	Acida	47	2.62
Jagüey de Teocalco	7	0.048	0.268	0.002	0.51	Acida	22	1.32
Agua de Tzendejé	2	0.032	0.124	0.014	2.00	Acida	91	21.20
Manantial del Arbolado, Tasquillo	1	0.032	0.084	0.007	2.00	Acida	39	8.80

Al examinar los resultados anteriores se observa que las aguas estudiadas son potables por lo que se refiere a la cantidad de sales minerales, exceptuando las de los pozos de Ixmiquilpan y Tlaxcoapan, las que son impotables por contener proporción excesiva de cloruros.

En cambio, observamos en la casi totalidad de las mismas la presencia de nitrógeno proteico, amoniacal, de nitritos y nitratos y por más que la proporción de esos cuerpos es relativamente pequeña, es sin embargo indicio seguro de la presencia de agentes bacterianos considerados como nocivos, lo que se corrobora con el análisis bacteriológico, por lo cual, esas aguas, deben considerarse impotables.

#### TIERRAS

Continuamos con el estudio de las tierras para ver después las relaciones que tienen con la naturaleza de los frutos que se cosechan. Este punto es de gran interés biológico, ya que de su resolución puede depender en muchos casos el mejoramiento de las condiciones de vida y aun la corrección del metabolismo defectuoso para llevarlo a un estado normal.

El análisis de las tierras, especialmente entre nosotros, no ha adquirido todavía toda la importancia que debiera tener, debido en gran parte a la dificultad de obtener en la solución que se usa para el análisis, las precisas cantidades de sales o iones en las mismas proporciones que se ofrecen a la planta para su asimilación. Por medio de reactivos consigue el químico extraer de la tierra los elementos que la componen y los dosifica con precisión por el análisis cuantitativo apropiado: se obtienen así los elementos totales de una tierra y tenemos una idea clara de su composición real, pero la planta no vive en un medio fuertemente ácido y por lo mismo, como los elementos no están totalmente disueltos, no puede asimilarlos en su totalidad, lo que por otra parte es una ventaja, porque así no hay peligro de que se agoten rápidamente las tierras. Por determinados procedimientos, puede demostrar el análisis, suficiente cantidad y aun exceso de fósforo, potasio, magnesio, etc., y sin embargo, demostrar la práctica, que el cultivo es defectuoso o imposible por falta de elementos apropiados. Aquí es donde se necesita un criterio biológico, suficientemente aguzado y profundo, para escoger los procedimientos delicados, que se asemejen a las condiciones en que vive la planta. Como estos estudios tienen gran interés hemos emprendido una serie de trabajos sobre este asunto, cuyos resultados publicaremos oportunamente y mientras tanto hemos seguido los procedimientos clásicos que mencionamos en un trabajo anterior.

Aparte de los análisis de las muestras de tierras que mencionamos en un trabajo anterior, hemos practicado 78 análisis de otras tantas muestras de tierra, tomadas personalmente por nosotros, después de escoger sobre el terreno zonas que podremos llamar tipos, empezando por Ajacuba y continuando por Tetepango, Tlaxcoapan, Tlahuelilpan, Teocalco, San Marcos y Tula, siguiendo después por la Puerta, Santa Ana, Nextlalpan, Tepetitlán y Mixquiahuala, pasando posteriormente a Tasquillo y lugares circunvecinos hasta Ixmiquilpan, para terminar en la región de Actopan, de que nos ocupamos en el trabajo anterior.

En estos análisis se han determinado también los datos correspondientes a la arena, limo y arcilla, siguiendo en todos los casos procedimientos análogos a los que se siguen en los laboratorios de la Secretaría de Agricultura y Fomento, con el objeto de que los análisis sean comparables y puedan ser utilizados por los señores ingenieros agrónomos.

A continuación publicamos el resultado de dichos análisis, advirtiendo que las cifras corresponden a gramos por ciento, el fósforo está expresado en anhídrido fosfórico y el calcio en óxido cálcico, que es la forma usual de expresión generalmente aceptada.

	Tierra fina	Arena	Limo	Arcilla	Fosfatos en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Calcio en CaO	pH.	Nitrógeno total
Tierra de la Hda. de Nextlalpan. (riego, sembrada de trigo)	803	60.72	20.76	19.52	0.156	2.05	7.17	0.0840
Hda. de Nextlalpan, (riego, sembrada de frijol)	802	80.04	18.52	1.44	0.156	2.82	7.60	0.0670
Nextlalpan, (riego sembrada de trigo)	991	66.24	25.00	8.76	0.223	1.00	6.95	0.0980
Nextlalpan (tem- poral sembrada de trigo)	990	51.20	30.00	18.80	0.165	1.20	7.00	0.1210
Nexplalpan, (riego sembrada con alfalfa)	989	82.20	11.60	6.20	0.223	1.40	7.09	0.0980
Nextlalpan, (riego sembrada de maíz)	1000	61.70	15.72	22.58	0.169	1.28	6.68	0.1100
Nextlalpan, (riego sembrada con chile)	868	70.80	19.00	10.20	0.287	2.00	7.20	0.0890
Rancho de La Puerta, trigal	788	78.12	16.60	5.28	0.064	3.00	7.55	0.0780
Rancho de La Puer- ta, maizal raquíptico	978	74.30	20.80	4.90	0.102	1.30	7.32	0.0690
Rumbo a La Puerta	891	82.30	8.30	9.40	0.140	1.15	6.92	0.0751
San Marcos, (riego, sembrada de maíz)	983	75.00	9.39	15.61	0.095	1.20	7.42	0.1500
San Marcos, (riego alfalar)	984	74.10	20.00	5.90	0.143	1.25	7.05	0.2200
Rumbo a San Marcos, maizal	867	59.00	18.20	22.80	0.985	2.60	7.15	0.170
Tierra de Ajacuba, cebada	987	55.60	37.08	7.40	0.166	5.12	7.80	0.150

	Tierra fina	Arena	limo	Arcilla	Fosfatos en P2O5	Calcio en CaO.	pH.	Nitrógeno total
Este de Ajacuba	975	56.30	39.00	4.70	0.159	1.20	7.60	0.120
Tlaxcoapan, tierras regadas con agua del canal del des- agüe	993	62.80	30.00	7.20	0.255	2.00	7.35	0.253
Tlaxcoapan, (sem- brada de alfalfa)	951	62.50	23.10	14.40	0.319	2.70	6.95	0.090
Tierra de Tetepan- go, cultivada con chile	977	52.10	25.00	22.90	0.249	0.98	7.05	0.087
Tetepango, tierra sembrada de maíz	998	50.00	27.00	23.00	0.063	2.40	6.89	0.085
Tetepango, tierra sembrada de alfalfa	983	46.00	50.00	4.00	0.223	0.70	7.12	0.077
Rancho de Jesús María, (riego, sem- brada con trigo)	931	75.40	24.00	0.60	0.063	1.80	6.88	0.077
Camino de La Puerta	879	79.50	18.10	2.40	0.207	0.65	6.93	0.075
Rancho de Jesús María, (riego, sembrada de trigo)	895	78.30	19.30	2.40	0.159	3.50	7.25	0.082
Tierra de La Puerta, (riego, sembrada de trigo)	783	79.00	17.25	3.75	0.239	5.75	7.00	0.087
Tierra de La Puerta, (riego, sembrada de maíz)	987	78.00	20.00	2.00	0.127	1.40	7.08	0.098
Tierra de Teocalco	757	64.80	23.60	11.60	0.288	2.62	7.20	0.140
Tepetitlán	961	68.60	24.60	6.80	0.208	3.05	7.75	0.130
Tepetitlán, otra muestra	967	68.00	16.00	16.00	0.224	3.32	7.38	0.160
San Mateo, Tepetitlán	746	79.00	12.00	9.00	0.224	4.50	8.30	0.110
Rancho de Manuela Jiménez, Tepetitlán	924	68.40	24.60	7.00	0.220	2.30	7.59	0.132
Tierra de S. Isidro, Tepetitlán	966	62.00	20.10	17.90	0.257	3.80	7.35	0.115

	Tierra fina	Arena	limo	Arcilla	Fosfatos en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Calcio en CaO	pH.	Nitrógeno total
Oeste de Tasquillo, maíz de riego	950	80.00	11.80	8.02	0.191	1.30	8.22	0.071
Tasquillo, cerca del puente	872	78.00	13.00	9.00	0.095	0.80	7.60	0.085
Sur de Tasquillo, tierra de temporal	886	82.00	9.00	9.00	0.191	1.10	7.25	0.092
Sur de Tasquillo, alfalfar	931	81.00	8.80	10.20	0.159	1.30	7.90	0.110
Tasquillo, (huerta de granados)	959	78.00	7.80	14.20	0.159	0.20	7.14	0.160
Tasquillo, tierra sembrada de maíz	978	80.50	9.10	10.40	0.169	0.50	7.00	0.072
Oriente de Tas- quillo, maíz	906	82.00	7.00	11.00	0.159	0.30	8.15	0.092
Tierra de Tasquillo, junto al río	981	79.50	8.20	12.30	0.159	1.10	8.40	0.089
Tasquillo, cam- po sembrado de granados	966	82.80	7.00	10.20	0.128	0.80	7.66	0.087
Tasquillo, junto al manantial de agua termal	999	71.00	12.60	16.40	0.169	0.80	7.52	0.082
Tasquillo, junto al río	986	75.40	11.60	13.00	0.128	0.50	7.88	0.077
Oriente de Tasquillo	951	83.20	5.80	10.00	0.160	0.70	7.80	0.085
Puente de San Miguel, Tasquillo	975	78.60	11.00	10.40	0.266	0.51	7.25	0.110
El Arbolado, (jun- to al manantial)	879	80.50	10.40	9.10	0.130	0.68	7.46	0.095
El Baratillo	875	86.40	5.80	7.80	0.084	0.52	7.35	0.235
El Arbolado	803	86.50	7.20	6.30	0.108	0.68	7.89	0.180
Solmí Opuethe, Arbolado	855	88.20	4.00	7.80	0.070	0.90	7.49	0.113
Santa Cruz del Arbolado	888	83.60	11.00	5.40	0.096	1.02	7.74	0.102
Del Curato, Tasquillo	784	85.20	5.60	9.20	0.159	0.82	8.22	0.152
Oeste de Ixmi- quilpan, alfalfar	922	87.40	7.40	5.20	0.143	0.52	8.00	0.184

	Tierra fina	Arena	Limo	Arcilla	Fosfatos en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Calcio en CaO	pH.	Nitrógeno total
Norte de Ixmiquilpan, maízal	993	85.60	8.80	5.60	0.269	0.90	7.68	0.095
Norte de Ixmiquilpan, ajo	988	87.40	6.20	6.40	0.201	0.96	7.86	0.089
Oeste de Ixmiquilpan, maíz	998	82.20	11.60	6.20	0.191	1.20	7.14	0.196
Norte de Ixmiquilpan, alfalfar	979	70.16	20.10	9.74	0.159	0.81	7.35	0.205
La Floresta, Ixmiquilpan. Tierra abonada, alfalfar	918	85.60	7.00	7.40	0.279	0.78	7.85	0.328
Ixmiquilpan, alfalfar	987	86.00	7.20	6.80	0.127	1.90	7.80	0.207
Oeste de Ixmiquilpan, maíz	992	78.00	8.20	23.80	0.160	1.60	7.92	0.085
Sur de Ixmiquilpan, maíz	946	88.20	5.40	6.40	0.191	1.60	7.77	0.072
Oeste de Ixmiquilpan, maíz	956	77.60	11.40	11.00	0.127	2.00	7.40	0.068
Sur de Ixmiquilpan, maíz	978	64.40	14.60	21.00	0.191	2.80	7.32	0.073
Sur de Ixmiquilpan	997	80.10	8.40	11.50	0.191	1.80	7.60	0.088
Sur de Ixmiquilpan	924	84.00	6.00	10.00	0.160	2.60	7.08	0.120
Norte de Ixmiquilpan, maíz de temporal	836	85.50	7.00	7.50	0.191	2.20	7.55	0.077
Oeste de Ixmiquilpan, maíz	966	63.80	20.20	16.00	0.160	2.20	7.88	0.104
Sur de Tasquillo	933	83.60	9.00	7.40	0.191	2.30	7.62	0.087
Tierra de Portezuelo	859	82.00	7.80	10.20	0.160	1.30	8.10	0.067
Portezuelo	912	79.40	6.80	13.80	0.160	4.70	8.22	0.093
Cerca de San Marcos, maíz	987	78.00	18.60	3.40	0.096	1.30	6.65	0.120
San Andrés	831	74.00	18.00	8.00	0.288	4.85	8.10	0.120
El Arbolado, Tasquillo, alfalfa	866	80.00	11.40	8.60	0.128	1.00	7.85	0.071

De estos análisis se deduce que en lo general, las tierras analizadas no son muy ricas, pero los campesinos sacan bastante provecho de ellas, con la clase de cultivos que emplean. En cambio las regiones regadas con las aguas del canal del desagüe de México presentan porvenir más halagüeño y todavía podrían ser mejor explotadas dedicándolas exclusivamente al cultivo de productos vegetales, ricos en proteínas, como haba, lenteja, arvejón, frijol y trigo, productos que por otra parte, tienen generalmente mayor valor comercial.

#### TRANSFORMACIONES DEL NITROGENO EN LAS AGUAS NEGRAS

Como en el Valle del Mezquital van a parar las aguas negras de la ciudad de México y allí son utilizadas para riego, hemos considerado conveniente hacer un estudio de las transformaciones que experimentan dichas aguas, desde su llegada a la región hasta su aprovechamiento. Aunque este estudio puede ser muy amplio, sólo vamos a ver la parte relacionada con estudios hechos por otras secciones de este Instituto de Biología y por lo mismo nos hemos concretado a las transformaciones del nitrógeno, pasando por los conocidos estados, de nitrógeno proteico, de aminoácidos, amoníaco, nitratos y nitritos, así como el total.

Para ello recorrimos todo el canal del desagüe, desde su entrada en el Estado de Hidalgo hasta que desaparece en los linderos de Actopan, tomando personalmente muestras de esas aguas cada 7 u 8 kilómetros y las transportamos en muy poco tiempo a Tula, donde instalamos previamente todo lo necesario para proceder inmediatamente al análisis de dichas muestras. Hacemos constar con agradecimiento la ayuda que nos prestó el señor Dr. José Mazzotti para poder realizar estos trabajos en la única forma en que pueden tener valor, esto es, casi inmediatamente después de haber tomado las muestras.

Poco antes de los baños termales de Atotonilco, hay una esclusa en el canal del desagüe y por ella se vierte al río Salado cierta cantidad variable de las aguas del canal. Este sigue por Bojayto, sigue por cerca de Tlaxcoapan, a donde va un pequeño ramal, continúa el canal por las afueras de Tetepango, pasa por Tlahuelilpan y un poco más adelante se deriva un ramal que va a Mixquiahuala, siguiendo el otro para el Moze, Progreso y

Atepa. Antes de Progreso se deriva una parte, que se mezcla con las aguas del canal de Requena, pasando por el Nueve y de allí al Mexe. En todos estos lugares tomamos muestras que fueron analizadas, conforme se ha explicado.

Las aguas del río que encontramos en Atotonilco, reciben también aguas negras, y por esa razón tomamos muestras de esas aguas mezcladas, junto a los baños termalés de Atotonilco y luego hicimos lo mismo en Atitalaquia, Tlahuelilpan y Tezontepec.

El aspecto del canal del desagüe es a primera vista como si condujese aguas sucias, de color negro, pero al tomar la muestra se observa en todos los casos un agua incolora, ligeramente turbia, que por el reposo se sedimenta un pequeño depósito de materia orgánica, no descompuesta. El río, en los baños de Atotonilco, tiene el mismo aspecto que el canal del desagüe y el mismo color aparente tienen las aguas al pasar el río por Atitalaquia, desapareciendo ese aspecto al pasar por Tlahuelilpan.

A continuación ponemos el resultado de los análisis, que por claridad dividimos en dos grupos: 1o., aguas del canal, y 2o., aguas del canal, mezcladas con aguas del río. Al último ponemos el análisis de las aguas del Nueve, esto es, las aguas del canal del desagüe, mezcladas con las del canal de Requena. Todos los resultados expresan miligramos por mil.

#### Aguas del Canal

	Nitrógeno de proteínas	Nitrógeno de aminoácidos	Nitrógeno de amoniaco	Nitrógeno de nitratos	Nitrógeno de nitritos	Oxígeno consumido	Nitrógeno total
Bojayto (Atitalaquia)	1.940	16.46	14.20	160	0.002	14.20	310
Tlaxcoapan	1.456	15.30	14.40	160	0.060	11.70	200
Tetepango	1.800	14.50	7.60	160	0.006	12.70	260
Tlahuelilpan	1.460	8.30	5.47	160	0.020	11.50	243
Mixquiahuala	1.200	14.60	7.60	180	0.006	11.60	253
El Moze	1.520	11.50	6.52	200	0.008	12.00	249
Rumbo a Atepa	1.520	8.30	6.98	240	0.010	11.90	302

#### Aguas del canal mezcladas con aguas de río

Atotonilco	1.920	15.52	6.70	160	0.002	11.30	210
Atitalaquia	1.540	12.06	9.40	200	0.002	10.50	235
Tlahuelilpan	1.156	10.20	5.20	200	0.004	10.50	221
Tezontepec	0.780	7.57	3.05	280	0.004	10.00	299
El Nueve	0.696	5.75	6.50	200	0.500	11.90	215

Al estudiar el cuadro anterior observamos lo siguiente: La transformación de las proteínas en las aguas del canal del desagüe, en su recorrido por el Valle del Mezquital, no sólo no es

completa, sino que en realidad es muy poco intensa, lo atribuímos nosotros a la velocidad del agua, que en algunas partes es muy pronunciada y además a la poca superficie que está en contacto con el aire.

En algunos datos se observa falta de correlación sucesiva entre los mismos. La causa de esto es la siguiente: la muestra de agua que tomamos en un lugar no corresponde a la misma agua que se tomó al pasar por el siguiente lugar; además, se comprende que la composición de las aguas negras no ha de ser igual en todas las horas del día, sino que ha de sufrir constantes modificaciones, más o menos profundas según la cantidad de deyecciones y agua con que se mezclan.

Es de esperar que suceda lo mismo con el nitrógeno de aminoácidos, de amoníaco y con el oxígeno consumido y esto es lo que vemos en el cuadro anterior.

En cambio resalta un hecho importante y es el aumento gradual, aunque lento, de nitrógeno de nitratos, que pasa progresivamente de 160 a 240 mgs., de modo que la oxidación de los productos de transformación de las proteínas ha de ser correlativa a la pérdida de los grupos amínicos. Vemos en efecto que cierta cantidad de proteínas es desintegrada hasta aminoácidos, como lo demuestra el aumento de estos cuerpos y la disminución de las materias proteicas, coincidiendo con la disminución del amoníaco y el aumento de nitratos.

Los nitritos no presentan marcha ascendente, debido a circunstancias especiales que favorecen las reducciones, y en efecto, aumentan hasta 30% en los lugares correspondientes a las corrientes lentas, como en el ramal de Tlaxcoapan.

También se nota en el nitrógeno total, pérdida de nitrógeno, debido seguramente a la evaporación de parte del amoníaco.

Por último, la transformación completa, por oxidación, de aminación y reducción de las proteínas, ha de continuar en la misma tierra laborable, lo que aumenta el poder fertilizante de la tierra, en reservas nitrogenadas. Es bien conocido el hecho de que el nitrógeno soluble, como el de nitratos, es un arma de dos filos, pues en exceso y en tiempo indebido puede matar la planta como sucedió en Mixquiahuala cuando empezaron a utilizar las aguas del canal sin precauciones de ninguna clase, pero si el nitrógeno no es soluble, como el de proteínas, éste se va aprovechando en la tierra, a medida que va oxidándose por transformarse en nitratos.

En las aguas del canal mezcladas con las del río, se observan los mismos hechos explicados anteriormente, pero con mayor intensidad en las oxidaciones: las proteínas sufren desintegración mucho más intensa, aumentan los nitratos como producto final de oxidación, mientras que los nitritos permanecen casi constantes.

Resumiendo los datos señalados, pueden sacarse las siguientes conclusiones:

El régimen alimenticio ordinario de los campesinos del Valle del Mezquital es insuficiente desde los puntos de vista plástico, energético y vitamínico.

Se establece la conveniencia de un régimen alimenticio más adecuado, teniendo en cuenta, para establecerlo, la producción agrícola del Valle del Mezquital, y hasta donde es posible, la capacidad adquisitiva media de los campesinos. Dicho régimen no llena por completo las condiciones para considerarlo perfecto, pero substituiría con ventaja indudable a la alimentación actual demasiado pobre.

La casi totalidad de las aguas que se emplean como bebida, son impotables, por contener materia orgánica en alta proporción y por la presencia evidente de nitratos y nitritos, los que demuestran la existencia de modificaciones, debidas a bacterias. Sugerimos los siguientes medios para su purificación:

Las aguas de río pueden ser aprovechadas sometiéndolas a clarificación y filtración y en caso necesario, cloración.

Mientras no se disponga de otra fuente de abastecimiento, las aguas de jagüey, pueden ser aprovechadas, previa filtración y ebullición en cada casa.

Las de pozos superficiales deben purificarse mediante la ebullición. Si se trata de pozos públicos puede seguirse el procedimiento anterior o bien almacenarla en depósito apropiado y someterla a cloración, antes de su uso.

Las aguas de manantial deben ser captadas y entubadas convenientemente.

Se han analizado numerosas tierras, para que de acuerdo con los datos obtenidos, se esté en posibilidad de aprovecharlas racionalmente.

El análisis de las tierras, tal como se hace actualmente, puede mejorarse, teniendo en cuenta el factor biológico.

Las aguas del canal del desagüe de la ciudad de México, sufren pequeñas transformaciones en su recorrido por el Valle del Mezquital; las más intensas y completas tienen lugar en la tierra cultivable.

Con el presente trabajo se completa el estudio bioquímico del Valle del Mezquital, iniciado en la región de Actopan.