
*Hartmut Vogtmann **

*La calidad de los productos
agrícolas provenientes
de distintos sistemas
de cultivo ***

INTRODUCCION

En amplios círculos de consumidores de varios países va en aumento la inquietud por la producción, transformación y almacenamiento de los alimentos. Esto se puede observar en la mayor demanda de alimentos procedentes de «cultivo ecológico» (o biológico). En los EE. UU. se prevé que el volumen de las transacciones de estos productos alcance de 500 a 3.000 millones de dólares entre 1972 y 1980 (Knorr, 1979). Según una encuesta de opinión encargada por la Asociación Nacional de Restaurantes de los EE. UU. (Leinen, 1978), el 61 por 100 de los consumidores cree que los «alimentos naturales» son mejores que los demás.

* Director del Instituto de Investigación de Agricultura Biológica de Oberwil, Suiza, y ostenta la primera cátedra de Agricultura Alternativa del mundo, en la Universidad de Kassel (Gesamthochschule Kassel, Universität des Landes Hessen, Fachbereich Landwirtschaft, Fachgebiet «Methoden des alternativen Landbaus». Nordbahnhofstrasse 1a, D-3430 Witzenhausen 1, Alemania).

** Este trabajo se publicó, en alemán, en 1979. Traducido por Alvaro Altes a partir de la versión de la Soil Association (Walnut Tree Manor, Haughley, Stowmarket, Suffolk, Inglaterra) con el título *The quality of agricultural produce originating from different systems of cultivation*.

Unas investigaciones recientes realizadas en Austria (Scheer y Krammer, 1979) han mostrado que la población se interesa cada vez más por la calidad de lo que come, y que más del 70 por 100 de los austriacos estaría dispuesto a pagar el 10 por 100 más por productos de procedencia ecológica. En Suiza, una prospección llevada a cabo por la empresa Migros entre sus miembros, en 1972, indicó una tendencia similar, con una mayoría, clara dispuesta a pagar el 5 por 100 más (y una elevada mayoría incluso el 10 por 100) por tales alimentos. Particularmente importante es el hecho de que más del 50 por 100 de la población suiza, ante el elevado número de productos químicos que se emplean en la producción alimentaria, no cree en la inocuidad de este sistema de cosas (resultado de una investigación llevada a cabo por las empresas químicas suizas: Infochemie, 1977).

En este contexto, desde luego, no sólo se ve afectada la producción agrícola, sino también el almacenamiento y la transformación de estos productos. No sólo tenemos que incluir en nuestras reflexiones los productos agrícolas como tales, sino también los perjuicios ecológicos producidos en general por los diversos sistemas de producción. Por tanto, la búsqueda de la calidad no debe limitarse sólo a los productos agrícolas (los alimentos), sino incluir realmente un número mucho mayor de factores adicionales, que pueden reunirse, por ejemplo, bajo el título de «tareas del cuidado de la tierra».

Tareas del cuidado de la tierra:

- producción de alimentos sanos, de valor nutritivo elevado;
 - en la cantidad suficiente;
 - mantenimiento de una fertilidad duradera en la tierra;
 - sin destruir el hábitat de otros seres vivos;
 - producción de materias primas;
 - cuidado de los alrededores naturales;
 - composición óptima del aire;
 - depuración y almacenamiento del agua;
 - tareas sociales;
 - tareas culturales.
-

También debemos considerar la cuestión de la viabilidad económica teniendo en cuenta los costes sociales, así como todo el complejo de la transformación. Ahora no tenemos tiempo para discutir todos los aspectos anteriores; sin embargo, trataremos de examinar con más detalle la cuestión del valor nutritivo de los productos agrícolas, dado que ésta parece causar mucha inquietud en la población, para lograr un poco de claridad fundamental.

LA CLAVE DE LA PRODUCCION DE CALIDAD

Todavía es válida la aseveración de Albert Howard (1947) sobre «suelo sano – planta sana – animales sanos». Aunque no siempre haya sido tomada en serio, la apoya la investigación más reciente. Observando las cosas con amplitud de miras, esta interrelación es obvia: a la vista está que la tierra es la clave de la producción de alimentos de elevado valor nutritivo. Un método agrícola que aspire a conservar la fertilidad de la tierra es una fuerte garantía para que los problemas de enfermedades y plagas se reduzcan al mínimo. Lo cual, a su vez, facilita el empleo completo de los sistemas naturales de regulación, haciendo innecesaria, en gran medida, la aportación de cualquier material cuya inocuidad sea dudosa. Todos oímos hablar con demasiada frecuencia de los fallos de estas sustancias.

«A numerosas opiniones y publicaciones sobre plaguicidas se oponen sólo unos pocos documentos científicos en los cuales se extraigan conclusiones referentes a los efectos tóxicos sobre el hombre.»

Hoy no ha perdido nada de su validez esta declaración de Fournier en la conferencia de la Sociedad Alemana para la Investigación Cualitativa, de abril de 1970; y su afirmación de que la situación corre el peligro de convertirse en irreversible es más apremiante que nunca. Los resultados más recientes (Wellenstein, 1977) muestran de un modo impresionante que aun cantidades insignificantes de residuos químicos, difícilmente detectables por el análisis, tienen consecuencias tóxicas graves sobre la fertilidad de los animales y el estado de salud de sus crías.

La cantidad de sustancias organocloradas en la leche de la madre (Refardt, 1971; Aubert, 1975; Schüpbach, 1979) ha crecido alarmantemente, y las cifras son varias veces superiores al máximo tolerado por la O. M. S. Sin embargo, puede lograrse una clara reducción de estos residuos consumiendo alimentos que hayan sido cultivados sin el empleo de tales sustancias (fig. 1).

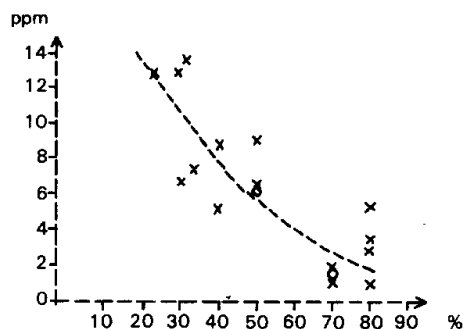


Fig. 1.—Organoclorados y derivados en la leche materna, en Francia (Aubert, 1974). Abscisas: porcentaje de alimentos de cultivo biológico en la comida. Ordenadas: ppm. de residuos de todo tipo de organoclorados.

Esto es esperanzador, puesto que los organoclorados son omnipresentes. Hoy ya no existen prácticamente alimentos libres del todo de ellos. Estos datos necesitan corroboración, pero señalan claramente que sobre la salud humana pueden darse diferencias según procedan los alimentos de unos u otros sistemas de cultivo. Emplear continuamente nuevos plaguicidas, en ningún modo resuelve este problema, porque en última instancia tal escalada tiene un efecto contraproducente. No proporciona ventajas; sólo exige el difícil manejo de gran cantidad de tecnología. Una publicación reciente (May, 1977) muestra el «progreso» del control de plagas: las pérdidas sufridas por la totalidad de la agricultura debidas a éstas y a las malas hierbas alcanzaron el 33 por 100. Hoy se pierde lo mismo, a pesar de emplearse con más intensidad los productos fitosanitarios. Sólo ha cambiado el motivo de estas pérdidas: al principio era la presencia competitiva de las hierbas, hoy es la presencia de los insectos y las enfermedades.

Chaboussou (1978) mostró claramente en sus trabajos que prácticamente todos los problemas de plagas y enfermedades están relacionados con el cuidado de la tierra y la nutrición vegetal. Apoyar la síntesis proteica es una condición esencial para aumentar la resistencia vegetal. Para ello es muy importante tener en cuenta los factores ecológicos y los métodos de cultivo apropiados. Según Chaboussou (1978), la técnica agrícola del futuro se basará en la fertilización de la tierra con estiércol compostado. Sólo esto ya volverá superfluos en gran medida los aportes inorgánicos.

UNA CUESTION BASICA

Las cuestiones básicas deben recibir más atención, pues con frecuencia somos víctimas de la investigación del detalle. En repetidas ocasiones se ha señalado la influencia de la rotación de cultivos sobre la fertilidad de la tierra (Koblet, 1965; Kahnt, 1978; Boguslawski, 1978). La investigación atenta de las tierras con cantidad elevada de humus indica ventajas notables en cuanto a la retención de agua, capacidad de intercambio iónico, erosión, vida animal del suelo, etcétera. Una proporción alta de humus rinde beneficios a través de la uniforme distribución de los elementos nutritivos y también fomenta la salud vegetal.

Scharpf (1971), en sus estudios, logró demostrar con claridad el efecto positivo de la fertilización orgánica en la resistencia de las plantas a insectos y enfermedades. Basándose en sus numerosas observaciones sobre la reducida susceptibilidad de los aguacates a la *Phytophthora*, Cook (1976) postuló el denominado «ciclo del oxígeno-etileno» de la tierra. Una tierra con buen humus, comparada con otra que recibe menos materia orgánica y más fertilizante químico (1 ppm.), contenía claramente más etileno (10 a 20 ppm.); Cook consideró que ésta era la razón de la resistencia a la *Phytophthora*. Sin embargo, además del etileno, puede haber otros efectos colaterales responsables de ello.

Debemos mencionar de pasada la parte que juega el abono verde en el control de los nemátodos (Schaerffenberg,

1968) y el efecto llamativo de la fertilización con compost sobre el escarabajo de la patata (Reinmuth y Dowe, 1966).

Aldag y Graff (1975) han demostrado que una vida de la tierra activa —en este caso ejemplificada por las lombrices de tierra— puede tener una influencia directa en las sustancias del vegetal. La presencia de lombrices produce un aumento sustancial de sus aminoácidos.

LA FUERZA DE LA INTERPRETACION

Está claro que la fertilización influye en la composición química del vegetal, en parte indirectamente obrando sobre la actividad de la vida de la tierra, y con ella sobre la estructura de la tierra, y en parte directamente cambiando la proporción de los elementos nutritivos solubles de la tierra. Hay numerosos estudios comparativos sobre la influencia de la fertilización química (mineral) y la orgánica (ver los amplios estudios de Diehl y Wedler, 1978). Se obtuvieron resultados diferentes según fuera la ubicación, la variedad, la organización de los experimentos, etc.; el número de los parámetros examinados variaba según el objetivo de la investigación, desde la determinación del peso fresco como único parámetro hasta el análisis de algunas sustancias y la prueba fisiológica. Desgraciadamente, la mayoría de resultados se limita a sólo unos pocos parámetros, y los estudios amplios son raros (Knorr, 1979). Muchos experimentos son criticados en el sentido de que su planificación y organización no son las idóneas para efectuar una comparación realmente auténtica entre los diferentes modos de fertilización. Por supuesto no hay ahí ninguna comparación entre los diferentes sistemas agrícolas. Además, en muchos casos, los experimentos quizá no duraron suficiente tiempo. Según Kock (1977), puede hacer falta, por término medio, por lo menos diez años, por ejemplo, para hacerse una idea del cambio acaecido en el conjunto de los cultivos. Preuschen *et al.* (1977) lo confirman.

Los resultados se malinterpretan con gran frecuencia. Un ejemplo llamativo de esta mala interpretación es el estu-

dio de diez años de la Estación Experimental Agrícola de Michigan (Dexter, 1955). No hay una auténtica comparación entre fertilizantes, ni siquiera de sistemas; en vez de esto se nos compara la producción de tierras empobrecidas con aquellas que han recibido fertilizantes químicos (o minerales). Otro caso: En un programa de veinticinco años del Laboratorio de Nutrición Vegetal y del Suelo de los EE. UU., sólo se emplearon los resultados de dos cultivos para comparar el producto proveniente de tierras con una fertilización química y orgánica respecto a sus contenidos de hierro, cobre, vitamina C y caroteno (Brandt y Beeson, 1951).

Una razón importante para la mala interpretación se da en el hecho de que otros autores, apoyando su teoría, mencionan estas fuentes sin detenerse a pensar (por ejemplo, Jukes, 1971; Packard, 1978). Aceptar declaraciones de segunda mano aumenta este peligro, desde luego. Se ha llegado a adelantar hipótesis insostenibles o sólo aceptables en parte (Diehl y Wedler, 1978, refiriendo sus hallazgos al experimento inglés de Haughley y a las investigaciones suecas de Uppsala y Järna). En este estudio no podemos comentar con detalle tales aspectos. En vez de esto queremos juzgar y aclarar la cuestión de si existe o no una tendencia evidente, demostrativa de que la calidad de los productos agrícolas está influida por el método de cultivo. Por esto no nos basamos solamente en unos pocos análisis de plantas recolectadas, sino en los resultados de numerosas investigaciones.

EL PROBLEMA DEL NITRATO

En cuanto al empleo de los fertilizantes, tiene poca utilidad una investigación de meros detalles, si se quiere evaluar un sistema en su conjunto. Un buen ejemplo es el enriquecimiento con nitratos de la tierra y del agua de escorrentía. Fritz y Venter (1974) han demostrado que la cantidad de nitrato depositada en las hortalizas foliáceas depende de factores como la tierra, el clima, la intensidad de la luz, la variedad y la fertilización. Por tanto, parece justificado observar de cerca este problema considerando todos estos aspectos.

Está fuera de duda que los métodos de nuestra agricultura intensiva actual, y particularmente el empleo masivo de nitrato fácilmente soluble, han hecho que grandes cantidades de esta sustancia fueran arrastradas a las aguas de escorrentía y subterráneas (Norfalise, estudio de la E. E. C., 1974; Koepf, 1973). Como consecuencia se ve afectada la calidad del agua potable. En muchos casos se ha advertido a la población para que no la beba, sobre todo que no se la dé a los niños pequeños (Biedermann, 1977). Además, se cultiva a menudo sin tener en cuenta la ecología, basándose sólo en consideraciones económicas. La agricultura convencional suele tender a ello. Tenemos un ejemplo en la huerta suiza de la zona de los lagos: cuando el hombre drena estos cenagales y realiza en ellos un cultivo intensivo, la cantidad de humus de las capas superficiales se reduce rápidamente, y poco a poco el estrato yesoso del lago queda al descubierto (Peyer, 1978). Esto ya es suficiente demostración de que en esta zona no se cultiva «ecológicamente». La contaminación del agua potable y el nivel excesivamente elevado de nitrato en las hortalizas parecen haber sido producidos por el cultivo intensivo con fertilizantes químicos, sin estiércol. Debido a la alta solubilidad del nitrato, siempre existe el peligro de que sea lavado, porque las plantas necesitan, a veces, absorberlo en cantidad generosa.

Las cantidades de nitrato del suelo y de la materia seca vegetal están muy ligadas (Nicolaison y Haar, 1964; Schudel y otros, 1979; Schuphan, 1976). El aumento del peso fresco puede explicarse a menudo por un aumento de la cantidad de agua. Con lo cual disminuye la cantidad de vitamina C, por ejemplo, en la espinaca (fig. 2). Este problema puede mitigarse orientando la producción según directrices ecológicas. No basta, desde luego, emplear simplemente estiércoles, pues durante el otoño, invierno y primavera, la lluvia y la nieve pueden arrastrar gran parte de estas sustancias, contaminando, por tanto, el agua.

Los métodos de cultivo ecológicos tratan de hacer justicia a este complejo problema, tomando gran número de medidas; por tanto, es imposible producir exclusivamente hortalizas en los cenagales. La descomposición aeróbica de los

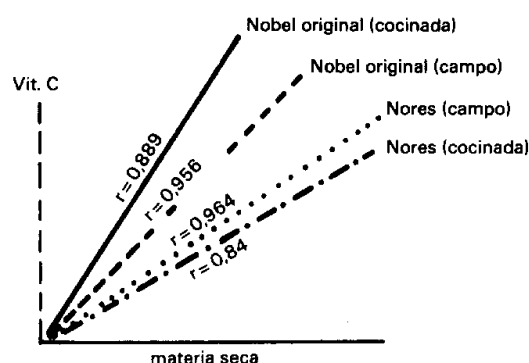


Fig. 2.—Contenidos de Vitamina C en la espinaca según la materia seca (Schudel *et al.*, 1979).

estiércoles líquidos y sólidos conduce a la formación de compuestos nitrogenados en el fertilizante orgánico, constituyendo una fuente de nitrógeno de liberación lenta. Estos compuestos nitrogenados se pueden aplicar particularmente en el período de crecimiento vegetal. El buen estado del humus (cualitativo y cuantitativo) resulta de una rotación de cultivos adecuada, con períodos intermedios de producción intensiva, y el empleo de estiércol compostado; con ello las raíces de las plantas tienen asegurado durante el período vegetativo un suministro constante de nitrógeno.

Un experimento de seis años en el Instituto de Investigación Reckenholz, de Zurich, demostró que puede impedirse, casi del todo, el lavado del nitrato, cultivando a continuación un abono verde. Esta es precisamente una de las prácticas fundamentales de la agricultura ecológica. En estos experimentos, la tierra en barbecho mostró una lixiviación de 67 a 94 kg/ha., mientras que con un cultivo de nabo subsiguiente podía reducirse la cifra a menos de 1 kg/ha. (Gaggi, 1978). Este experimento demuestra con claridad que el nitrógeno liberado en invierno es tomado y almacenado por las plantas. Pero si no hay plantas (caso del barbecho), el nitrógeno mineralizado se lava en gran parte. Es posible tener cultivos con cantidades pequeñas de nitrato, aun buscando los rendimientos óptimos (rendimientos promedio buenos a largo plazo). Varios autores han señalado cómo este beneficio lo proporciona el suministro lento de nitróge-

no (Maga *et al.*, 1976; Schuphan, 1976). Se están comenzando a realizar intentos para producir fertilizantes nitrogenados industrialmente que tengan estas propiedades. Esto justifica indirectamente los métodos de cultivo ecológicos. Es cierto que empleando estos métodos no se excluye la posibilidad de cometer errores que puedan provocar un elevado nivel de nitratos en las hortalizas, pero este peligro es comparativamente desestimable como indican mis propias series de experimentos (Schudel *et al.*, 1979).

Tabla I

Experimentos de campo con espinaca (Schudel, 1979): variedades Nores (1) y Nobel-original (2)

	Peso seco 100 Kg/Ha.		Vitamina C (mg/kg.) fresco				Nitrato (mg. NO ₃ /100 g. seco)	
	Nores ¹	Nobel ²	Nores	Nobel	Nores	Nobel	Nores	Nobel
<i>Estiércol compostado</i>								
100 kg. N/ha. ...	11,2	18,2	694	767	685	769	1.247	590
300 kg. N/ha. ...	12,5	19,5	705	763	728	800	929	541
<i>Compost de restos vegetales</i>								
100 kg. N/ha. ...	—	14,4	—	775	—	769	—	413
300 kg. N/ha. ...	—	18,0	—	761	—	805	—	629
<i>N. P. K.</i>								
100 kg. N/ha. ...	17,2	18,4	549	663	680	771	2.672	1.900
300 kg. N/ha. ...	20,5	18,7	499	555	691	693	3.968	3.587
Sin abonar	12,3	15,3	676	816	662	818	1.229	535

Debido a que con las dosis elevadas de fertilizante mineral nitrogenado se corre el riesgo de un lavado, se ha intentado producir los denominados retenes de la nitrificación (*stoppers*) y emplearlos en los cultivos (Siegel y Vogt, 1975). Pero se ha dicho que el producto final del material orgánico descompuesto —tal como ocurre al descomponerse el compost o, en general, al desintegrarse la materia orgánica en presencia de oxígeno— restringe fuertemente la nitrificación del suelo (Flaig, 1976). Para esto son muy importantes los materiales producidos en la descomposición de la lignina.

Las benzoquinonas, sobre todo, son responsables de este efecto (Bundy y Bremner, 1973). Esto vuelve a demostrar que la regulación de los mecanismos que restringen la nitrificación se emplean automáticamente en la agricultura ecológica, al aplicarse determinadas medidas. La transformación aeróbica de la materia orgánica es de hecho una característica fundamental de estos métodos de cultivo.

La espinaca procedente de cultivo ecológico, comparada con la de procedencia convencional, contiene muy poco más nitrato, como muestran las investigaciones de Wilberg (1972). Estos resultados no coinciden con los míos, obtenidos en varios experimentos, ni con los resultados de una investigación de tres años sobre diferentes hortalizas de diez agricultores ecológicos (Schudel *et al.*, 1979). Debe tenerse presente que distintas variedades de cultivos reaccionan de forma diferente a la fertilización química y con compost, lo cual se observa en las producciones, y las cantidades de nitrato y vitamina C. Esto, desde luego, es importante al elegir la variedad adecuada para el método agrícola respectivo, y quizá para el desarrollo futuro de nuevas variedades (Buchtling, 1978), si se van a difundir los sistemas de producción ecológicos.

Con frecuencia se ha dicho que los herbicidas pueden interferir directamente el metabolismo vegetal (Schuphan, 1976). Liebenow (1971) y Koste (1974) han señalado que la cantidad de nitrato en las hortalizas y los cereales aumenta después de aplicar herbicidas. Este ejemplo indica que ha de considerarse más de un aspecto cuando se evalúa un sistema de producción agrícola. Al no emplear herbicidas de ningún tipo, la producción ecológica puede garantizar que no habrá aumento alguno de nitrato en la planta.

No entraremos a discutir con detalle la parte que juega el nitrato y su derivado, el nitrito, que se forma principalmente «in vivo», por ejemplo, en la saliva, relacionado con las aminas secundarias (como las nitrosaminas) en cuanto a la producción de cáncer de estómago o de esófago. Estas relaciones son de sobras conocidas y las refieren varios autores (Spiegelhalder *et al.*, 1976; Armijo y Coulson, 1975, y otros). El agua y los alimentos pueden llevarlos. La impor-

tancia de los métodos de producción agrícola queda demostrada al influir en el nivel de nitrato del agua y de los alimentos. La agricultura ecológica tiene en cuenta las realidades ecológicas, y aplicando determinadas reglas básicas garantiza un arrastre mínimo del nitrógeno en el agua, y una producción hortícola con el menor contenido posible de nitrato. Las reglas básicas a seguir son:

- rotación de cultivos equilibrada, y ganadería adaptada a ella;
- cuidado del humus y fertilización, principalmente orgánica;
- crecimiento vegetal durante todo el año, dentro de lo posible;
- renuncia a los herbicidas y a otros biocidas sintéticos;
- renuncia a los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

LA PARTE QUE JUEGA LA FERTILIZACION

De lo dicho puede deducirse que las cantidades mayores de fertilizante mineral, e incluso las medianas, pueden influir en la composición de los productos basados en los vegetales. Schuphan (1974, 1975 y 1976), entre otros, ha demostrado que esto es así. Una aportación mayor de nitrógeno, especialmente por medio de fertilizantes minerales, conduce siempre a una mayor concentración de nitrato, aminoácidos libres, oxalatos y otros componentes no deseables en las hortalizas (entre otros, Grutz, 1953; Dressel y Jung, 1970; Kanaver y Simon, 1968). A menudo se encontró escasa la cantidad de vitamina C (Seugewald, 1959; Reuff, 1970). También tienen lugar cambios entre los macro y los microelementos, como Voisin (1965) predijo tiempo antes. El adelantó la hipótesis de que los modernos métodos de fertilización europeos traerían en seguida productos vegetales con minerales en proporciones distintas a las de cien años antes:

- cuatro veces más calcio;
 - dos veces más fósforo;
 - la mitad de magnesio;
 - tres veces menos cobre.
-

El exceso de ciertos nutrientes fácilmente solubles —en general, N, P y K— como los administra la fertilización mineral se enfrenta con la absorción de otros elementos que son igual de importantes. Esto conduce a un desequilibrio en las cantidades de nutrientes presentes en el tejido vegetal, cuya consecuencia repercute de forma aguda, y al instante, en el pasto para forraje (Schiller *et al.*, 1971). Willi (1978) ha corroborado las predicciones de Voisin (1965) con los resultados del análisis de 4.600 muestras de heno de los prados alpinos austríacos (fig. 3).

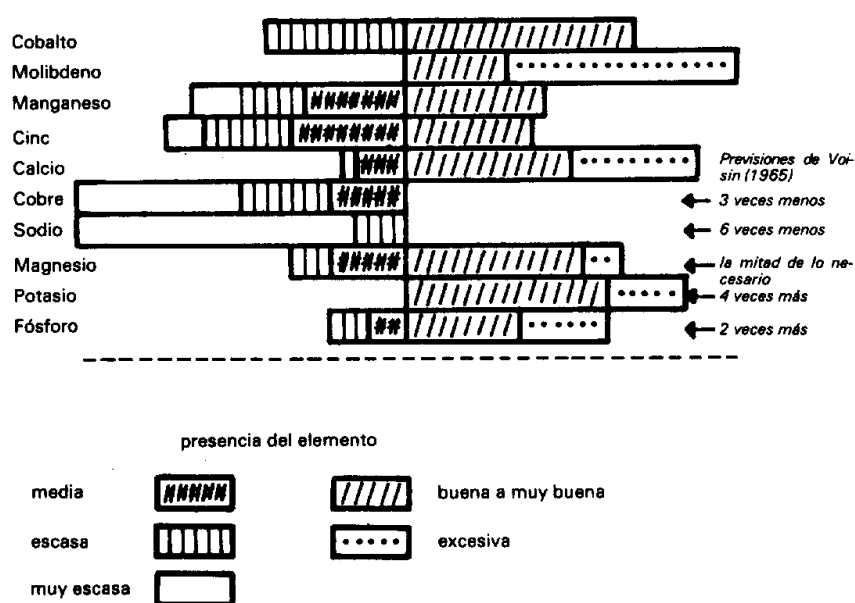


Fig. 3.—Resultados de la investigación de 4.600 muestras de heno (Willi, 1978).

También Schuphan (1974) ha obtenido resultados parecidos tras doce años de experimentos con hortalizas, comparando diferentes métodos de (solamente) fertilización, no métodos agrícolas en conjunto. Aunque la fuerte aplicación de 80 toneladas por hectárea de compost no es en ningún modo habitual en la práctica, los resultados —al menos en parte— pueden considerarse como una confirmación de las teorías de Voisin (1965), quizá con la excepción del sodio (ver tabla II).

Tabla II

Influencia de la fertilización mineral y del estiércol compostado sobre los rendimientos y los componentes de las hortalizas; resultados de un experimento de doce años (Schuphan, 1974).

<i>Constituyente</i>	<i>Cambios (%) que tienen lugar con NPK (= 100) y estiércol compostado</i>
Rendimiento, fresco	- 24
Peso seco	+ 23
<i>Nutritivamente valiosos</i>	
Proteína relativa	+ 18
Vitamina C	+ 28
Azúcar total	+ 19
Metionina	+ 23
K	+ 18
Ca	+ 10
P	+ 13
Fe	+ 77
<i>Nutritivamente indeseables</i>	
Nitrato	- 93
Aminoácidos libres	- 42
Na	- 12

Los hallazgos de Peavy y Greig (1972) van en una dirección parecida: la espinaca procedente de un sistema de producción ecológico absorbió más hierro que la tratada con fertilizantes minerales. Hall (1974) dio la información de 3,6 veces más vitamina C y 2,3 veces más B-caroteno en los puerros y zanahorias de procedencia ecológica que de la convencional. Varias publicaciones demuestran (Mitchell *et al.*, 1952; Sauberlich *et al.*, 1953; Pomeranz *et al.*, 1977; Macleod, 1965) que la cantidad de proteína bruta en los vegetales puede elevarse aplicando más fertilizante nitrogenado mineral. Pero esto parece significar principalmente un aumento del nitrógeno no proteico y de aminoácidos no esenciales, lo que equivale a una disminución del valor biológico de la proteína. Es cierto que en el trigo, por lo menos dentro de ciertos límites, la cantidad de gluten aumenta con la cantidad de proteína bruta, lo cual puede significar mejor calidad panificable (Primost, 1956; Rorhlich y Nernst, 1960; Linser, 1960), pero Petterson (1978) ha demostrado

sin dejar lugar a dudas que la calidad de la masa de trigo (de verano) de cultivo ecológico era comparable con la del cultivo convencional, a pesar de su contenido bastante menor de proteína bruta.

Hay que tener presente que, desde luego, el compost y otros fertilizantes orgánicos aportan algo más que N. P. K. a la tierra. Esto explica algunas de las variaciones observadas en las cantidades de los elementos que constituyen las plantas. Por otra parte, es obvio que las tierras relativamente con buena capacidad de amortiguación contienen los suficientes nutrientes, y en ellas no pueden darse diferencias, aun en el transcurso de varios años de experimentación. De las cifras dadas puede deducirse del mismo modo que, en comparación con la fertilización mineral, el sistema de producción ecológico, por medio de las diversas medidas tomadas respecto al cuidado de la tierra y a la fertilización, proporciona los nutrientes a las plantas de forma más equilibrada. Sabemos por Virtanen (1961) que las raíces pueden absorber compuestos orgánicos de hasta un peso molecular de 500, y parece claro que la calidad de la planta puede verse influida por el cuidado y la fertilización ecológica de la tierra. Esto lo ha demostrado Graff (1978).

RENDIMIENTO MAXIMO VERSUS PRODUCTO DE CALIDAD

Surge la controversia de si la producción que busca el máximo rendimiento es compatible a largo plazo con la que busca un producto de la más alta calidad posible. No hay duda de que en la producción porcina y aviar, los cruzamientos y la alimentación, que tienen como objetivo la mayor cantidad de carne, han traído como resultado un manifiesto descenso en la calidad y unos desarrollos anormales. Con el propósito de que el ganado se alimentase al máximo, se han obtenido degeneraciones; por ejemplo, la carne P. S. E., enfermedades en las articulaciones y circulatorias en los cerdos, y perosis en las gallinas. Sin hablar de la pérdida de todo principio ético en la ganadería, que a largo plazo también significa pérdida cualitativa, aunque en un nivel diferente (Fölsch, 1978; Rist, 1978).

Uno de los factores más esenciales para una mayor producción de manzana y de uva, según Stoll (1969) (tabla III), es el aumento en la dosis de fertilizantes nitrogenados (figura 4).

Tabla III

Impacto del aumento de nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de uva Gamay (Leyvraz y Simon, citado por Stoll, 1969)

Parámetro	Dosis de N en aumento		
Rendimiento (l/100 m ²)	88	198	256
Grado oechsle	82	73	64
Azúcar (g/l)	188	169	139
Total ácidos (g/l)	12,3	12,5	13,3
Índice de madurez	67	58	48

$$\text{Índice de madurez} = \frac{\text{grado oechsle} \times 100}{\text{total ácidos}}$$

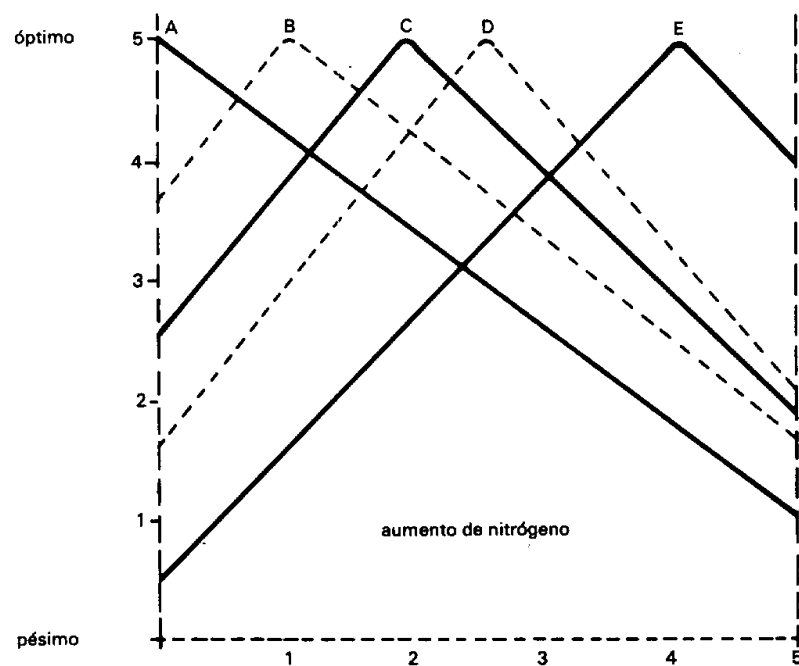


Fig. 4.—Impacto del aumento de la fertilización nitrogenada sobre la calidad de las manzanas (Stoll, 1969). A: color de la pulpa; B: color rojo; C: sabor, calidad, conservación; D: textura; E: rendimiento.

En muchos casos, la fertilización que tiene como fin el rendimiento más elevado «daña la calidad», tanto de forma visible como invisible. Obviamente, con esta declaración, Stoll (1978) deja claro que el objetivo de un rendimiento máximo es incompatible con un producto de calidad. Esto lo confirman Diehl y Wedler (1978): «Por lo menos la espinaca destinada a los niños debe recibir una fertilización nitrogenada escasa, aunque esto signifique renunciar a rendimientos máximos.»

Lienhard (1978) verificó experimentalmente los hallazgos de Stoll en las tierras de la Escuela Cantonal Agrícola de Ebenrain (Sissach, Suiza), comparándolos con 39 productos convencionales (fig. 5). Los resultados indican un contenido de materia seca más elevado y mejor calidad de almacenamiento en las manzanas de procedencia ecológica que en las de procedencia convencional. Es cierto que esta comparación no puede considerarse estadísticamente definitiva, pero se aprecian tendencias que pueden impulsar la investigación, tan urgente en este campo.

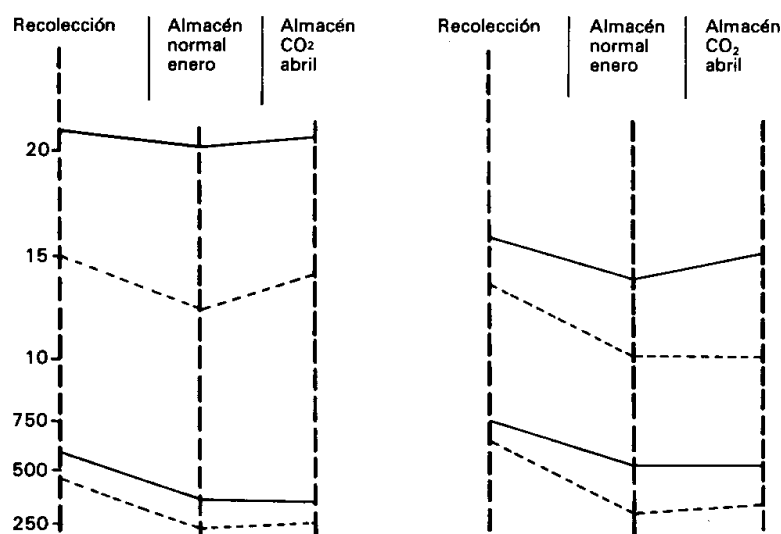


Fig. 5.—Investigación sobre la calidad para el almacenamiento de manzanas de procedencia biológica (línea continua) y convencional (línea discontinua). Derecha: Golden; izquierda: Jonathan.

No podemos comentar con detalle la cuestión de los rendimientos en los diferentes sistemas agrícolas, pero este aspecto no puede excluirse del todo, por lo menos, en lo que concierne a la evaluación de la materia seca de un producto como posible parámetro cualitativo. Evaluar el rendimiento según el peso fresco puede conducir a una mala interpretación considerable. Cierta número de publicaciones demuestran que hay una mayor proporción de materia seca en las hortalizas de origen ecológico en comparación con las de procedencia convencional. La misma tendencia es obvia cuando se comparan sólo los métodos de fertilización (ver tablas I y III).

De estos resultados se puede concluir, por lo menos en el campo de la producción hortícola y frutera, que no se renuncia a los rendimientos más altos empleando los métodos ecológicos de producción si la evolución se realiza en base al peso seco en vez del fresco. Cuando se considera también la calidad ante el almacenamiento, son preferibles los métodos ecológicos de producción. Los informes de varios autores así lo confirman (tabla IV).

Tabla IV

Porcentaje de pérdidas durante el almacenamiento en varios productos de diferente procedencia. (1)

Producto	Convencional	Ecológico	Referencia
Patatas (1)	24,5	16,3	Aberg, 1976
Patatas (2)	30,2	12,5	Pettersson, 1978
Patatas	26,1	15,9	Wistinghausen, 1973
Varias hortalizas (media) ..	46,2	30,0	Samaras, 1977
— Zanahorias	45,5	34,5	Samaras, 1977
— Nabos	50,5	34,8	Samaras, 1977
— Remolachas	59,8	30,4	Samaras, 1977

(1) Comparación parcial de sólo fertilización orgánica y mineral.

(2) Incluye las pérdidas producidas por la clasificación según calidad.

Estos datos ya han tenido su efecto en la práctica actual suiza. La cooperativa Migros y sus consejeros agrícolas regionales han limitado el rendimiento de ciertas hortalizas, como la espinaca, siguiendo la experiencia ganada al evaluar la calidad y las pérdidas por almacenamiento. Tam-

bién, las cantidades de fertilizante recomendadas por los Laboratorios de Investigación Suizos, especialmente para la producción frutera, se han reducido considerablemente (algunos son hasta el 40 por 100 menores que hace unos pocos años). En un artículo publicado recientemente, Schumacher (1979) comenta la posibilidad de renunciar del todo a los fertilizantes en los frutales, y emplear sólo acolchado (mulch).

Por tanto, parece posible combinar una producción de calidad y un rendimiento promedio bueno a largo plazo. Obviamente, esto es posible con los métodos de producción ecológicos y contando con el máximo de parámetros. Sólo desde el punto de vista de la fertilización, esto puede lograrse también para otro producto: los cereales (Informe Rot-hamsted, 1968). (Tabla V.)

EL SABOR, ¿QUÉ NOS DICEN LOS ANALISIS?

Con frecuencia se ha dicho que las facultades sensoriales cambian con los métodos de fertilización (ver el resumen de Diehl y Wedler, 1978). Los productos de procedencias agrícolas diferentes se han analizado escasamente en cuanto a sus propiedades organolépticas, y los resultados existentes a menudo son escasos y carecen de sentido. Uno de los problemas principales, según Knorr (1979), son los propios baremos de análisis, porque los examinadores no están especialmente preparados para los productos de origen ecológico. El cree que, con frecuencia, surgen prejuicios contra el producto de esta procedencia, que les es extraño. Tienen que emplearse criterios diferentes para juzgarlos, valorando sus cualidades interiores (Schuphan, 1974), más que su apariencia externa. Esto explica (Knorr, 1979) por qué se han publicado a menudo resultados contradictorios sobre el tema. Así, Appledorf y colaboradores no han sido capaces de señalar una clara preferencia por los alimentos de las «tiendas de salud» sobre aquellos de un supermercado común. Svec y colaboradores (1976) han obtenido los mismos resultados. Los hallazgos del Stiftung Warentse (fundación alemana para verificar las mercancías, 1976) son similares.

Tabla V

Resultados del experimento Broadbalk (1852-1967). Media de diez años en cwt/acre (= aprox. 20 t/ha.)

Variedad	1852-1861	1862-1871	1872-1881	1882-1891	1892-1901	1902-1911	1912-1921	1922-1925	1926-1934	1934-1944	1945-1954	1955-1964	1965-1967
<i>Rendimiento de trigo</i>													
Estiércol	19,2	21,3	16,3	21,2	22,7	20,9	16,7	13,1	16,4	20,8	23,6	23,7	27,0
NPk	18,6	20,0	15,1	18,3	16,8	18,9	13,5	10,5	15,9	18,5	18,8	18,9	20,6
Sin abono	8,9	8,2	5,7	6,9	7,1	6,4	5,3	3,1	8,1	10,4	10,8	12,6	13,0
<i>Rendimiento de paja</i>													
Estiércol	33,9	34,0	28,0	34,8	38,7	40,0	31,7	28,4	47,0	49,0	49,7	36,9	40,2
NPk	34,3	33,3	27,6	31,9	28,5	35,9	26,2	23,1	40,0	39,2	37,2	29,6	30,8
Sin abono	15,3	11,5	8,5	8,5	9,1	9,6	7,3	5,2	14,0	17,6	18,6	15,0	15,1

Pero debe insistirse en que los alimentos transformados han sufrido muchos cambios que impiden una comparación clara respecto a los métodos de producción agrícola. Schutz y Lorenz (1976) trabajaron con productos cultivados y cosechados en condiciones controladas; sin embargo, tampoco en este caso podemos hablar de una comparación de sistemas como un todo, sino sólo sobre el empleo de fertilizantes y plaguicidas. En cuanto a la preferencia por los diferentes productos, los resultados obtenidos mostraron un amplio margen de variación, y, por tanto, no fueron concluyentes. En un caso, por ejemplo, las zanahorias fertilizadas y fumigadas químicamente se preferían a las de procedencia orgánica; en otro experimento no ocurrió así.

En el caso del brócoli se preferían las del cultivo ecológico. Schuphan (1976) encontró repetidas veces que los productos de cultivo ecológico sabían mejor; aunque este autor tampoco examina siempre el sistema de producción en su conjunto.

Pettersson (1978) habla de un sabor claramente mejor de las patatas de procedencia ecológica en comparación con las convencionales. Abele (1973) hace declaraciones parecidas en su estudio; sin embargo, estos resultados no parecen tener una base estadística sólida.

A partir de la información disponible no podemos extraer una imagen clara sobre las propiedades organolépticas de los productos de estas dos procedencias. Aunque las opiniones y declaraciones claras de los consumidores, como: «sabe a goma» o «no sabe a nada» (Schrag, 1978; Time, 1978), indican que los productos de la agricultura industrializada —como se la denomina en los EE. UU.— ya no poseen ninguna propiedad organoléptica. Sólo la investigación interdisciplinaria puede aportar luz en este campo; condición ésta que también propone Graff (1978).

¿RESPONDEN LAS PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS O FISIOLÓGICAS?

Hay una tesis doctoral reciente, presentada en Giessen, sobre el almacenamiento de hortalizas (Samaras, 1977), en torno a su pudrición, marchitamiento y merma, y su relación con la actividad respiratoria, transformación enzimática, autodescomposición y microflora epífita, según la naturaleza de la fertilización. Los productos con fertilización mineral sufrían sistemáticamente pérdidas mayores por almacenamiento (hasta el 54 por 100) y tenían una actividad respiratoria el 16 por 100 más elevada. El estiércol de establo compostado daba los mejores resultados. Era interesante observar que el hongo *Ulocladium consortiale*, empleado en los experimentos, crecía mejor en un medio nutritivo estéril, proveniente de frutos fertilizados orgánicamente, que inorgánicamente. Pasaba exactamente lo contrario cuando el medio no se había esterilizado o sobre trozos completos de frutos, de modo que puede pensarse que hay un factor preventivo específico del hongo en los frutos fertilizados orgánicamente que se elimina con el tratamiento calorífico.

Samaras saca la conclusión de que la capacidad de almacenamiento de las hortalizas mejora sin excepción con dosis mayores de fertilizante orgánico, y que siempre se debilita al aumentar el empleo del fertilizante mineral, sobre todo nitrogenado. Es muy interesante observar que las preparaciones biodinámicas 500 y 501 influyen de la misma forma que los fertilizantes orgánicos en la capacidad de almacenamiento y el crecimiento de los hongos sobre los medios nutritivos y los frutos. Las preparaciones de la 502 a la 507 tienen el efecto opuesto, lo cual es obvio, puesto que se emplean para impulsar los procesos de la descomposición.

En la evaluación futura de la calidad de los productos de diferentes sistemas agrícolas, constituirá una parte importante la determinación de las actividades enzimáticas y el empleo de microorganismos. Será una aportación valiosa que permitirá a la investigación redactar informes competentes sobre la calidad de los productos agrícolas.

En Austria, en 1966, se alcanzó el 40 por 100 en las vacas sacrificadas por esterilidad, valor que había permanecido inalterado en el 20 por 100 en los diez años precedentes. La esterilidad comenzó a aumentar cuando las cantidades de fertilizantes minerales alcanzaron los 80 kg/ha. (Schiller *et al.*, 1971). Estos autores observaron una posible correspondencia entre el empleo intensivo de los fertilizantes minerales y el aumento de la esterilidad del vacuno (tabla VI). Los ensayos con distintos pastos y praderas artificiales revelaron diferencias significativas en cuanto a diversidad de plantas y a composición química del heno, fuera fresco o seco.

Tabla VI

Influencia de la fertilización intensiva en la composición del alimento y la fertilidad de las vacas (Schiller *et al.*, 1971)

Componentes	Cambios debidos a la fertilización intensiva	
	Aumento	Disminución
Rendimiento, fresco	•	
Peso seco		•
Número de plantas		•
Hierbas		•
Trébol blanco	•	
Trébol encarnado		•
<i>En el forraje fresco</i>		
P	•	
K	•	
Mg		•
Mn		•
Zn		•
<i>Consecuencia</i>		
Número de días «vacíos»	•	
Fertilidad		•

Los cambios observados se relacionaban claramente con la reducción de la fertilidad en los rebaños de vacas. Ahnel y Hahn (1973) hicieron pruebas parecidas con toros y encontraron que era menor la calidad del esperma cuando los pastos habían sido fertilizados mineral e intensivamente. Basándose en otras investigaciones sobre conejos, Ahnel y

Hahn (1973) llegaron a la conclusión de que la razón estaría en los cambios producidos por los fertilizantes minerales sobre la concentración de unos pocos compuestos orgánicos vegetales específicos. Como Schiller *et al.* (1971) han demostrado, las concentraciones de macro y microelementos en la planta, y por consiguiente en el pasto, tienen una influencia determinante. Esto también confirma las predicciones de Voisin (1965).

Queda claro que el cambio en la composición de los nutrientes no sólo es un proceso interior de la planta, sino que también lo producen los cambios en las asociaciones vegetales. La razón de esto es la diferente capacidad de las plantas para absorber nutrientes específicos. Besson (1976) ha hecho hallazgos muy interesantes al investigar el aumento de la esterilidad en los rebaños de diez granjas convencionales y dos biodinámicas, comparando los cambios en las asociaciones vegetales de prados artificiales sometidos a diferentes sistemas de cultivo. Sus hallazgos apuntan en la misma dirección. Un resultado sorprendente fue que la tierra y las plantas de una de las dos granjas biodinámicas tenían el mínimo de fósforo (según el dictamen oficial, allí no podía haber habido crecimiento vegetal) y, aun así la fertilidad era la más alta. Esto vuelve a indicar lo inadecuado de los métodos al uso para analizar las tierras y emitir interpretaciones, por lo menos en lo que se refiere a las granjas llevadas según directrices ecológicas.

Los resultados publicados por Ahnelt y Hahn (1973) propiciaron una intensa colaboración con el grupo en torno a Schiller *et al.* (1971) para confirmar los resultados primeros. Los mismos autores elaboraron un método para evaluar la calidad de las plantas con la ayuda de conejos, basándose en la etapa embrionaria, como procedimiento más sensible fisiológicamente que criar animales. En este caso, la fertilidad es un parámetro fácilmente determinable. Al comparar conejos que habían recibido hortalizas y heno, aquellos con alimentación procedente de cultivo biodinámico eran más fértiles que los receptores de la alimentación convencional. McSheeny (1977) no ha podido confirmar estos hallazgos, si bien él tenía que emplear un método mucho menos preciso para evaluar la fertilidad de los conejos.

Gottschewski (1975) trató de averiguar el efecto global de la alimentación experimentando con animales: los embriones de conejo se revelaron especialmente sensibles al respecto. Sus experimentos mostraron una mortalidad claramente elevada en los conejos que recibían alimento de procedencia convencional en comparación con los alimentados ecológicamente (tabla VII).

Tabla VII

Fertilidad de los conejos con alimentación de procedencia convencional y biológica (Gottschewski, 1975)

<i>Parámetro</i>	<i>Alim. comercial (pellets) + vits.</i>	<i>Convencional fresca</i>	<i>Biológica fresca</i>
Número de hembras	40	32	31
<i>Jóvenes/hembras</i>			
Total nacidos	6,6	5,2	4,8
Vivos al nacer	4,3	3,1	3,9
Destetados	3,3	2,5	3,5
<i>Mortalidad (%)</i>			
Total	55	69	26
Por camada	50	51	27

Esas experiencias, así como las de Ahnel y Hahn, las invalida el hecho de que los productos fueron cultivados en lugares diferentes, y tal vez fueran diferentes las variedades vegetales que alimentaron a los distintos grupos. Hay que hacer tal objeción porque hay mucha gente que no ve que estas cosas también tengan que considerarse. Es obvio que con tales experimentos no es posible precisar con exactitud una razón específica para las diferencias observadas.

No se han logrado resultados mejores ni más claros al tratar de evaluar los experimentos realizados con alimentos procedentes de distinta fertilización. Así, autores distintos, comparando productos cultivados con fertilización mineral y orgánica han llegado a resultados contradictorios. Scheunert, Sachse y Specht (1934), experimentando con seis generaciones de ratas alimentadas según ambas procedencias, no encontraron ninguna diferencia. Pero en un experimento anterior (McCarrison, 1926) sí se encontró la fertilización

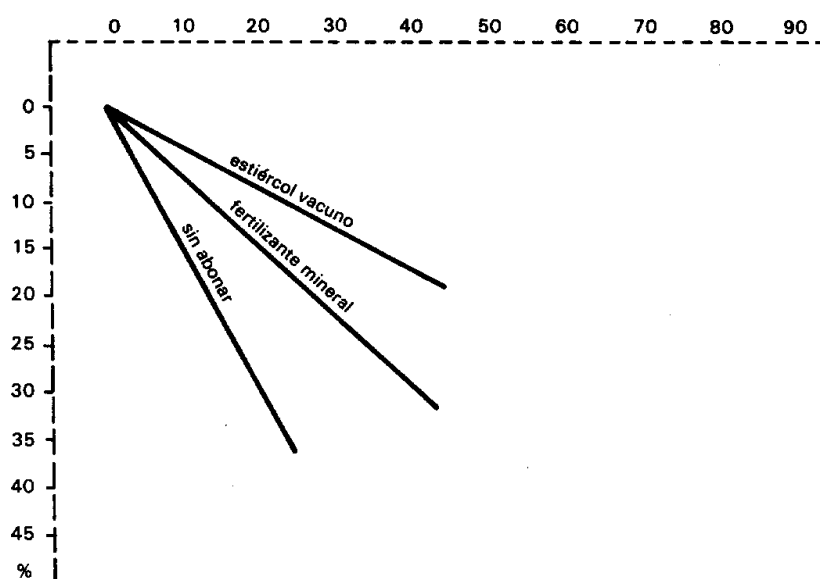


Fig. 6.—Influencia del mijo de diferente procedencia añadido a la dieta básica de arroz, sobre el peso de los pichones (McCarrison, 1926). Abcisas: días de duración del experimento. Ordenadas: porcentaje de pérdidas de peso

reflejada en el distinto crecimiento de los animales de experimentación (fig. 6).

La naturaleza contradictoria de estos resultados queda más patente cuantos más informes leemos. Por tanto, parece evidente que estudiando sólo aspectos individuales no podemos lograr la suficiente claridad que necesita el complejo concepto de los «elementos nutritivos de valor fisiológico» en los alimentos. Debe ser una tarea esencial para la investigación futura considerar una aproximación más global que la de Ahnelt y Hahn (1973) o de Gottschewski (1975).

OTRAS POSIBILIDADES

La agricultura biodinámica se ha esforzado durante muchos años en ir más allá del análisis de parámetros individuales, y en analizar la calidad de la producción agrícola de

forma global. Es obvio que los métodos más directos procederán de la observación de la morfología vegetal presente. Klett (1968) y, sobre todo, Bockemühl (1972) han hecho contribuciones importantes en este campo. Esta rama de la agricultura ecológica, desde hace mucho, ha tratado de evaluar la calidad traduciendo la vida vegetal en figuras. Son bien conocidas la cristalización de cloruro de cobre, así como la cromatografía capilar sobre papel de filtro, y los dibujos de dilución de gotas. Pfeiffer (1931) desarrolló el primer método: la figura que da la cristalización de una solución de cloruro de cobre se modifica al añadirse los extractos líquidos de las plantas (entre otros, Engqvist, 1961; Pettersson, 1970). Las figuras obtenidas se comparan morfológicamente.

Las diferencias entre las plantas de los distintos sistemas de cultivo se reproducen gráficamente en las cristalizaciones; es decir, los dibujos varían según la procedencia. Con base en los resultados obtenidos por Schudel (1979) por medio de baremos comparativos, puede decirse que estas diferencias son objetivas. Sin embargo, es extremadamente difícil el evaluar con estas figuras, y relacionarlas con la calidad vegetal. Las primeras series sistemáticas de investigaciones parecen indicar que puede obtenerse más información sobre la calidad, siempre que las bases de este método, insuficientes por el momento, se trabajen intensamente. Queda por ver si es posible emplearlo de forma rutinaria.

UNA COMPARACION DE SISTEMAS AUTENTICA

Hay muy pocos estudios comparativos sobre diferentes sistemas agrícolas. Probablemente el experimento más antiguo sea el llevado a cabo en Haughley (Inglaterra) desde 1939, comparándose el sistema de producción ecológica con el convencional, y con ganado. Ha quedado como el único a nivel de granja. El resultado más sorprendente, según Lady Eve Balfour (1978), la iniciadora de este experimento, es que el sistema ecológico, casi sin aportes externos, ha dado productos sin síntomas de deficiencias, analíticamente iguales a los nutridos con fertilizantes minerales.

Además, se aprecia en los productos de origen ecológico una mayor cantidad de materia seca. En relación con esto es particularmente interesante comparar el ganado: aunque los pastos del sistema ecológico parecían más pobres en general, en un período de veinte años, los animales dieron un 15 por 100 más de leche que los del sistema convencional. Considerando unas producciones iguales de leche, carne, huevos, etc., consumían del 12 al 15 por 100 menos alimento en el sistema ecológico.

En los EE. UU., Lockeretz (1978) comparó 14 pares de granjas, una ecológica y una convencional, del Cinturón del Maíz, principalmente desde el punto de vista económico; los dos sistemas tenían las mismas ganancias, aunque el aporte de energía externa era 2,5 veces mayor en el sistema convencional. En el contexto de nuestro informe nos interesan más los aspectos cualitativos, que fueron examinados sólo en lo que respecta a la tierra y sobre unos pocos parámetros. En las tierras tratadas orgánicamente se encontraron con claridad unos niveles promedio de carbono y nitrógeno total significativamente altos:

- Carbono: 2,2 por 100 (orgánico); 1,9 por 100 (convencional);
- nitrógeno: 2,4 por 100 (orgánico); 2,0 por 100 (convencional).

La capacidad productiva agrícola de los EE. UU. está amenazada por una tasa de erosión admitida de 30 t/ha. de tierra fértil. A la vista de esto, los resultados mencionados indican el efecto positivo del sistema de producción ecológico para la conservación de la productividad de la tierra.

Las investigaciones gubernamentales de Baden-Württemberg (1977) no son concluyentes en lo que se refiere a los productos agrícolas, puesto que no tienen realmente carácter comparativo. El amplio estudio del Ministerio de Agricultura danés (1977) sólo se basa en publicaciones previas y, por tanto, difícilmente puede aportar algo de información. Alberg (1976) y Pettersson (1978) compararon con rigor ambos sistemas. Estos experimentos paralelos son particularmente valiosos, pues una de las variables es la rotación

de cultivos adecuada a cada sistema. Los resultados, comentados antes en parte, no indicaban diferencias marcadas en algunos parámetros, mientras en otros era todo lo contrario, como en la capacidad de almacenamiento de las patatas o la estabilidad de panificación del trigo. También los estudios de Klein (1968), Abele (1973) y Spiess (1977), pueden considerarse en gran medida como de comparación de sistemas, a pesar de realizarse los experimentos sólo a nivel de parcela. Pero nos dicen poco de la calidad del producto agrícola. Abele llega a la conclusión de que el empleo de la preparación biodinámica de silicio ayuda a aumentar la formación de azúcar y de proteína bruta. Las patatas también pueden mejorar en gusto. Parece absolutamente necesario una corroboración de estos resultados.

Los resultados del primer año de experimentos de Eggert (1978) no son lo suficientemente seguros para permitir deducir algo. Sin embargo, Samaras (1977) hizo parte de sus informes sobre la calidad, basándose en las experiencias de los mencionados estudios comparativos entre sistemas (por ejemplo, Pettersson, 1978; Spiess, 1977). Como se ha dicho antes, estos resultados son de la mayor importancia. Ha de aclararse una vez más que este estudio particular (Samaras, 1977) ha revelado la ligazón entre las técnicas de cultivo y la salud de las plantas (en el sentido de la investigación sobre los fitocidas). El comportamiento en almacén así lo indica. Sobre esto es interesante ver que las dosis mayores de fertilizante mejoran la capacidad de almacenaje, sin excepción, mientras los fertilizantes minerales, especialmente el nitrógeno, en general, la empeoran. Las combinaciones de los fertilizantes minerales y orgánicos también son menos favorables que los exclusivamente orgánicos, pero mejores que los exclusivamente minerales.

CONCLUSIONES

Hemos intentado mostrar que la consideración de aspectos individuales sólo no es suficiente para evaluar con fundamento la calidad de los productos agrícolas. Las frecuentes contradicciones que aparecen en las publicaciones

al respecto lo demuestran con creces. Con facilidad pueden aparecer resultados distintos si se consideran exclusivamente factores aislados, y ello es debido a que no se ha hecho justicia a la idea omniabarcante de calidad. Ocurre esto, sobre todo, en las simples comparaciones de fertilización. Para evaluar la calidad de forma clara, deben emplearse muchos más parámetros de los que la gente está, en general, dispuesta a considerar. Yendo más lejos, deberían incluirse aspectos que fueran más allá de las meras investigaciones analíticas. En este campo se ha dado un primer paso prometedor. En primer lugar, respecto a la capacidad de almacenamiento y transformación de los productos agrícolas, y también en cuanto a las pruebas microbiológicas y fisiológicas. El fin último de todo esto es comprender el efecto de un sistema completo sobre otro sistema completo: un examen amplio e interdisciplinario. Este programa debería unir a los especialistas de los campos de la agricultura, la transformación de los alimentos, la nutrición y la medicina.

Estos amplios programas no han sido llevados a la práctica, aunque existe la intención de hacerlo. Actualmente se realizan algunos experimentos (Diehl y Wedeler, 1978, los mencionan parcialmente) que, aunque no acaban de satisfacer este requisito, al menos lo cumplen en parte. Los resultados de estos experimentos quedan por ver. Lo cierto es que las pocas investigaciones realmente amplias en cuanto a una auténtica comparación de sistemas, indican una tendencia muy clara: la calidad de la producción agrícola parece ser mejor en los métodos de cultivo ecológicos.

BIBLIOGRAFIA

- ABELE, U. (1973): *Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biol.—dynamischen Anbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeiten und Entitäten*. Dissertation, Universität Giessen.
- ÄBERG, E. (1976): «Alternativa växtodlingsformer, Skogs-o., Lautbr.-akad», *Tidskr.*, 115, 315-331.
- AEHNELT, E., y HAHN, J. (1973): «Fruchtbarkeit der Tiere - eine Möglichkeit zur biologischen Qualitätsprüfung von Futter - und Nahrungsmitteln?», *Tierärztl. Umschau*, 4, 1-16.
-

- ALDAG, R. y GRAFF, O. (1975): «Einfluss der Regenwurmtätigkeit auf Proteingehalt und Proteinqualität junger Haferpflanzen», *Landw. Forsch. Sonderheft*, 31, 227-284.
- APPLEDORF, J., et al. (1974): *J. Milk Food Technol*, 37, 392.
- ARMJO, R., y COULSON, Anne, H. (1975): «Epidemiology of Stomach Cancer in Chile - The Role of Nitrogen Fertilizers», *Int. J. Epidemiol.*, 4, 301-309.
- AUBERT, C. (1975): «Die Muttermilch, ein erschreckender Stand der Toxizität», *Leb. Erde*, 1/7, 8-13.
- BALFOUR, E. (1978): «The Living Soil», *Proc. 1st Internat. Res. Conf.*, págs. 18-27, IFOAM. Witz Verlag Aarau.
- BESSON, J. M. (1976): «Schlussbericht Über Arbeiten am «Interdisziplinären Forschungsprojekt» (1FP) über gehäufte Fruchtbarkeitsstörungen beim Rind. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene, Bern.
- BIEDERMANN, R. (1977): *Mitteilung des Kant. Labors*, Schaffhausen, Schwiz.
- BOCKEMUHL, J. (1972): «Charakterisierung von Qualitäten in der Pflanzenentwicklung», *Elemente Naturwiss*, 17.
- BOGUSLAWSKI, E. (1978): «Der konventionelle Landbau und seine Alternativen», *Pro. 1st Internat. Res. Conf.*, págs. 201-226, IFOAM, Witz Verlag, Aarau.
- BRANDT, C. S., y BEESON, K. (1971): «Influence of organic fertilization on certain nutritive constituents of crops», *Soil Science*, 71, 449.
- BUCHTING, A. (1978): *Biologische Wirtschaftsweisen und ihre Bedeutung für die Saatgutbranche*. SAFA, Gartenfachhandel/Saatgutwirtschaft 7/78.
- BUNDY, L. G., y BREMNER, J. (1973): «Effects of substituted p-benzoquinones on urease activity in soils», *Soil. Biol. Biochem*, 5, 847-853.
- CHABOUSSOU, F. (1978): «La resistance de la plante vis-a-vis de ses parasites», *Proc. 1st Internat. Research Conf.*, págs. 56-59, IFOAM, Witz Verlag, Aarau.
- COOK, R. J. (1976): «The Oxygen-Ethylene Cycle and the Value of Compost», *Compost Sci.*, 17, 23-24.
- DEXTER, S. T. (1955): «Nutritive Values of Crops and low Milk as Affected by Soil Fertility». En: *Nutrition of plants, animals and man*, Michigan State Univ. Centennial Symposium, 1855-1955, East Lansing/Mi.
- DIEHL, J. F., y WEDLER, A. (1978): «Alternativen im Landbau. E. Konventioneller und alternativer Landbau - Vergleichende Untersuchungen über die Qualität der Ernteprodukte». Teil I. *Landw. - Angewandte Wissenschaft*, Heft 206, 151-248.
- DRESSEL, J., y JUNG, J. (1970): «Der Einfluss der Düngung auf verschiedene Inhaltsstoffe von Spinat», *Ernährungs-Umschau*, 17, 524-527.
- EGGERT, F. P. (1978): «Preliminary Results from Plot Trials to Compare the Efficiency of Several Soil Management Systems as Determined by a Number of Soil Parameters and the Yields of Some Vege-

- table Crops», *Proc. 1st Internat. Res. Conf.*, págs. 77-85, IFOAM, Wirz Verlag, Aarau.
- ENGQVIST, M. (1961): «Strukturveränderungen im Kupferchlorid-Kristallisationsbild von Pflanzensubstanz durch Alterung und Düngung». *Leb. Erde*, 3.
- FLAIG, W. (1976): «Die organische Bodensubstanz als nachliefernde Stickstoffquelle für die Ernährung der Pflanze und einige Modelle zur technischen Verwirklichung», *Landbauforsch. Völkenrode*, 26, 117-121.
- FÖLSCH, D. W., et al. (1978): *Untersuchungen von Legehennenhybriden unterschiedlicher Aufzucht in verschiedenen Haltungssystemen während einer Legeperiode von 14 Monaten: wirtschaftlich, relevante Aspekte. Tierhaltung, Ökologie, Ehtologie, Gesundheit. Birkhäuser Verlag, Basel.*
- FOURNIER, E. (1970): «Potentielle gesundheitliche Risiken durch Pestizidanwendung». *Dte. Ges. Qualitätsforschung*, Jahrestagung, 1970, Kurzfassung des Vortrags.
- FRITZ, O., y VENTER, F. (1974): «Einfluss von Sorte, Standort und Anbaumassnahmen auf messbare Qualitätseigenschaften von Gemüse», *Landw. Forsch.*, 30 Sonderheft, 95-105.
- GOTTSCHEWSKI, G. H. M. (1975): «Neue Möglichkeiten zur grösseren Effizienz der toxikologischen Prüfung von Pestiziden, Rückständen und Herbiziden», *Qual.-Plant.*, 25, 21-42.
- GRAFF, O. (1978): «Alternativen im Landbau. C. Der Boden als Pflanzenstandort im "konventionellen" und "alternativen" Land- und Gartenbau», *Landw.-Angewandte Wissenschaft*, Heft, 206, 61-81.
- GRUTZ, W. (1953): «Die Oxalsäure als Qualitätsfaktor beim Spinat (*Spinacea oleracea*)», *Z. Pflanzenern. Düngung Bodenkd.*, 62, 25-30.
- HALL, R. H. (1974): *Food for nought. The decline in nutrition*, Random House Inc., New York.
- HOWARD, A. (1947): *Mein landwirtschaftliches Testament*. Siebeneicher Verlag, Ulm.
- INFOCHEMIE (1977): «Was denkt Herr Schweizer von Pflanzenschutzmitteln und Dünger?», *Infochemie*, Die Grüne Seite, 18, 3.
- JAGGLI, F. (1978): «Sickerverluste an Mineralstoffen», *Mitt. Schweiz. Landw.*, 7, 130.
- JUKER, T. H. (1971): *J. Am. Dietet. Assoc.*, 59, 203.
- KAHNT, G. (1978): «Die Verantwortung des Landwirtes: Beeinflussung des Nährwertes der wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte», *Proc. 1st Internat. Research Conference*, págs. 49-55, IFOAM, Wirz Verlag, Aarau.
- KANAUER, N., y SIMON, C. (1968): «Über den Einfluss der Stickstoffdüngung und Ertrag sowie Nitrat-, Mineralstoff- und Oxalsäuregehalt von Spinat», *Z. Acker- und Pflanzenbau*, 128, 197-200.
- KLEIN, J. (1967): *Der Einfluss verschiedener Düngungsarten in gestaffelter Dosierung auf Qualität und Haltbarkeit pflanzlicher Produkte*; Institut für biol.-dyn. Forschung, Darmstadt.
- KLETT, M. (1968): *Untersuchungen über Licht- und Schattenqualität in*

- Relation zum Anbau und Test von Kieselpräparaten zur Qualitäts-
hebung*, Institut für biol.-dyn., Forschung, Darmstadt.
- KNORR, D. (1979): *Quality of ecologically grown food*, LWT, en prensa.
- KÖCK, L. (1977): Citado en *Diehl und Wedler* (1978), pág. 236.
- KOEPP, H. H. (1973): «Organische Bewirtschaftung vermindert Nitra-
tauswaschung», *Leb. Erde*, 168-176.
- KOBLET, R. (1965): *Der landwirtschaftliche Pflanzenbau*, Birkhäuser
Verlag, Basel.
- KORTE, F. (1974): «Fate and possible significance of herbicide residues
in relation to plant nitrogen uptake and metabolism», *Internat. At-
omic Energy Agency, Proc. of a Panel Discussion*, Vienna, pági-
nas 91-100.
- LEINEN, N. J. (1978): *N. J. Food Process*, 39, 42.
- LIEBENOW, H. (1971): «Nitrate und Nitrite in ihrer Beziehung zu
Mensch und Tier. 5. Mitteilung: Ursachen der Nitrat- und Nitritan-
reicherung in Futterpflanzen: Die Abhängigkeit von der Stickstoff-
Düngungsart und der Herbizidanwendung», *Arch. Tieren*, 21, 649-
658.
- LIENHARD, G. (1978): *Ergebnisse von 5 Jahren nach der Betriebsums-
tellung. Gutsbetrieb der Kant. Landw. Schule Ebenrain, Sissach.*
*Referat Schweiz. Stiftung zur Förderung des biol. Landbaus, Jahre-
sversammlung, 1978, Zürich.*
- LINSER, H. (1960): «Zum Problem der Erzeugung von Qualitätsweizen
mit besonderer Berücksichtigung des Eiweißertrages», *Qual. Plant.*,
6, 331-336.
- LOCKERETZ, W. (1978): «Economic and Resource Comparison of Field
Production on Organic Farms and Farms Using Conventional Ferti-
lization and Pest Control Methods in the Midwestern United Sta-
tes», *Proc. 1st Internat. Res. Conf.*, págs. 157-168, IFOAM, Wurz
Verlag, Aarau.
- MACLEOD, L. B. (1965): *Agron. J.*, 57, 261.
- MAY, R. M. (1977): «Food lost to pests», *Nature*, 267, 669-670.
- MAYA, Z. A., et al. (1976): «Yield, Nitrate Levels and Sensory Proper-
ties of Spinach as Influenced by Organic and Mineral Nitrogen Fer-
tilizer Levels», *J. Sci. Fd. Agric.*, 27, 109-114.
- MCCARRISON (1926): *Indian J. Med. Research*, 14, 351.
- McSHEEHY, T. (1977): «Nutritive value of wheat grown under organic
and chemical systems of farming», *Qual. Plant.*, 27, 113-123.
- MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT BA-
DEN-WÜRTTEMBERG (1977): *Auswertung dreijähriger Erhebungen
in neun bio.-dynamischen Betrieben.*
- HOLL. MINISTERIUM FÜR FISCHEREI, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN
(1977): *Alternatieve Landbouwmethoden. Inventarisatie, evaluatie
en aanbevelingen vooronderzoek*, PUDOC Wageningen.
- MITCHELL, H. H., et al. (1952): «The relationship between protein con-
tent of corn and the nutritional value of the protein», *J. Nutr.*, 48,
461-476.
- NICOLAISON, W., y HAAR, R. (1964): «Untersuchungen über den Ein-

- fluss einer Nitratdüngung auf den Gesamtstickstoff und Nitratgehalt von Möhren», *Gartenbauwiss.*, 29, 463-480.
- NORFALISE, F. (1974): *Ökologische Folgen der Anwendung moderner Produktionsmethoden in der Landwirtschaft*, EWG, Hausmitteilung über Landwirtschaft, 137.
- PACKARD, V. S. (1978): *Professional Nutritionist*, 10, 1.
- PALASTHY, A. (1978): *Migros-S Programm*, Lausanne, Schweiz. Mündliche Mitteilung.
- PEAVY, W. S., y GREIG, J. K. (1972): *J. Amer. Hort. Sci.*, 96, 718.
- PETTERSSON, Bo D. (1970): «Die Einwirkung von Standort, Düngung und wachstumsbeeinflussenden Stoffen auf die Qualitätseigenschaften von Speisekartoffeln», *Leb. Erde*, 3.
- PETTERSSON, Bo D. (1978): «A comparison between conventional and bio-dynamic farming systems as indicated by yields and quality», *Proc. 1st Internat. Res. Conf.*, págs. 87-94, IFOAM. Wirz Verlag, Aarau.
- PEYER, K. (1978): «Probleme der ackerbaulichen Nutzung anmooriger Seekreideböden», *Mitt. Schweiz. Landw.*, 7, 125.
- PFEIFFER, E. (1931): *Studium von Formkräften am Kristallisationen*, Dornach/Schweiz.
- PIMENTEL, D., y KRUMMEL, J. (1977): «America's Agricultural Future», *The Ecologist*, 7, 254-260.
- POMERANZ, Y., et al. (1977): *Cereal chem.*, 54, 1034.
- PRIMOST, E. (1956): «Über den Einfluss hoher Stickstoffgaben auf die Qualität verschiedener Weizensorten», *Z. Pflanzenern. Düngung. Bodenkde.*, 74, 42-50.
- PREUSCHEN, G. (1978): «Die Grundlagen der Bodenfruchtbarkeit», *Proc. 1st Internat. Res. Conf.*, págs. 28-36, IFOAM, Witz Verlag, Aarau.
- PREUSCHEN, G., et al. (1977): «Gesunder Boden - Leistungsstarker Betrieb». *Anleitung zum ökologischen Landbau*, Leopold Stocker Verlag, Graz.
- REFARDT, M. (1971): *Jahresbericht des Kant. Labors Basel-Stadt*, Basel.
- REINMUTH, E., y DOWE, A. (1966): «Pilzliche Nematodenfeinde und die Möglichkeit ihrer Verwendung zur biologischen Nematodenbekämpfung», *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- und Forstwirtschaft*, Berlin-Dahlem, Heft, 118, 117-131.
- REUFF, B. (1970): «Vitamin- und Spurenelementgehalt von Spinat unter dem Einfluss verschiedener Stickstoffformen und Stickstoffmengen», *Landw. Forsch.*, 25, Sonderheft, 106-114.
- RIST, M. (1978): «Müssen teigerechte und wirtschaftliche Nutztierhaltung einander widersprechen?», *Proc. 1st Internat. Res. Conf.*, páginas 39-47. IFOAM. Wirz Verlag, Aarau.
- ROHRICH, M., y NEMST, C. (1960): «Einfluss steigender Stickstoffgaben auf das Backverhalten des Weizens unter Berücksichtigung der Eiweiss- und Klebereigenschaften», *Qual. Plant.*, 6, 327-330.
- Rothamstead Experimental Station Report (1968)*. Parte 2.^a Lawes Agricultural Trust, Harpenden, Herts.

- SAMARAS, I. (1977): *Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten mit besonderer Berücksichtigung physiologischer und mikrobiologischer Parameter*, Diss. Giessen.
- SAUBERLICH, H. E., et al. (1953): «The amino acid and protein content of corn as related to variety and nitrogen fertilization», *J. Nutr.*, 51, 250-251.
- SCHAEFFENBERG, B. (1968): «Der Einfluss der Edelkompostdüngung auf das Auftreten des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*)», *Z. angew. Entomol.*, 62, 90-97.
- SCHARPF, H. Chr. (1971): *Die Auswirkung der organischen Düngung auf das Abwehrpotential des Bodens gegen bodenbürtige Schaderreger im Gemüsebau*, Ingenieurarbeit, Hess. Lehr- und Forsch. anstalt Wein-, Obst- und Gemüsebau, Geisenheim.
- SCHER, G., y KRAMMER, J. (1979): «Der biologische Landbau - eine wirtschaftliche Chance». Ergebnisse einer Marktuntersuchung. *IFOAM-Bulletin* (en prensa).
- CHEUNERT, SACHSE, y SPECHT (1934): «Über die Wirkung vorgesetzter Verfütterung von Nahrungsmitteln, die mit und ohne künstlichen Dünger gezogen sind», *Biochem. Z.*, 274, 372-396.
- SCHILLER, H., et al. (1971): «Gründlanddüngung und unspezifische Rindersterilität». Veröff. Landesvet. Oberösterreich und Landw.-Chem. Bundesversuchsanstalt.
- SCHMID, O., et al. (1979): «Erhebungen über Nährstoffangebot im Boden und Inhaltsstoffe von Gemüsen». Enquete auf 10 biologischen Betrieben. Zwischenbericht über drei Erhebungsjahre. Forschungsinstitut für biol. Landbau, CH-4104 Oberwil.
- SCHUDEL, P. (1979): *Qualitätsvergleich an Spinat aus Düngungsversuchen (Kompost- und NPK- Düngung) mit Hilfe der Methode der «Empfindlichen Kristallisation»*. Schlussbericht an das Eidg. Volkswirtschaftsdepartement, Abt. Landwirtschaft, Bern/Schwilz.
- SCHUDEL, P., et al. (1979): «Über den Einfluss von Kompost- und NPK-Düngung auf Ertrag, Vitamin-C- und Nitratgehalt von Spinat und Schmittmangold». *Schweiz. Landw. Forschung*, en imprenta.
- SCHÜPBACH, M. (1979): «Umweltschutz-Landwirtschaft-Gesundheit». Manuskript, Referat, Tagung der Schweiz. Ges. für Umweltschutz, Gottlieb-Duttweiler-Institut, Rüschlikon, Schweiz.
- SCHUMACHER, R. (1979): «Düngung im Obstbau-Tendenzen, Theorien, Tips». *Prakt. Landw.* 1/79, 11-15.
- SCHUPHAN, W. (1974): «Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments - Results of 12 years' experiments with vegetables». *Qual. Plant*, 23, 333-358.
- SCHUPHAN, W. (1975): «Yield maximization versus biological value. Problems in plant breeding and standardization», *Qual. Plant.*, 24, 281-310.
- SCHUPHAN, W. (1976): *Mensch und Nahrungspflanze*, Verlag Jungk, Den Haag, Holland.
- SCHUTZ, H. G., y LORENTZ, O. A. (1976): *J. Food. Sci.*, 41, 70.
- SENGEWALD, E. (1959): «Untersuchungen über den Einfluss der Düngung auf den Carotin- und Vitamin-C-Gehalt von Spinat (*Spinacea*

- oberacea L.) unter Berücksichtigung der Entwicklung», *Nahrung*, 3, 428-452.
- SIEGEL, O., y VOGT, G. (1975): «Über den Einfluss eines Nitrifikationshemmers auf die Stickstoffverbindungen des Spinats», *Landw. Forsch.*, 28, 252-248.
- SPIEGELHALDER, B., *et al.* (1976): «Influence of Dietary Nitrate on Nitrite Content of Human Saliva: Possible Relevance to in vivo Formation of N-Nitro Compounds», *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 14, 545-548.
- SPIESS, H. (1977): *Konventionelle un biol.-dynamische Verfahren Zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit*. Dissertation, Universität Gießen.
- STIFTUNG WARENTEST (1976): «Lebensmittel aus "biologischen Anbau" - Nicht besser als Normalkost», *Test*, 11, 21-25.
- STOLL, K. (1969): «Höchstserträge und Qualitätserzeugung bei Obst und Gemüse als Düngungsproblem», *Qual. Plant.*, 28, 206-224.
- STOLL, K. (1978): «Qualitätsfragen bei Früchten und Gemüsen. Broschüre der Schweiz», *Stiftung zur Förderung des biol. Landbaus*, Heft 8, 24-46.
- SVEC, L. V., *et al.* (1976): *Comm. Soil Sci. and Plant. Qual.*, 7, 213.
- TIME (1978): «Anon. Mitteilung», 112/19, 92.
- VIRTANEN, A. I. (1961): «Some aspects of amino acid synthesis in plants and related subjects», *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 12, 8.
- VOISIN, A. (1965): *Fertilizer Application, Soil, Plant, Animal*, Crosby Lockwood, Londres. (Trad. Ed. Tecnos, Madrid.)
- WELLENSTEIN, G. (1977): «Agrochemikalien und Umweltschutz», *Garten Organisch* 4, 133-114.
- WILBERG, E. (1972): «Über die Qualität von Spinat aus "Biologischen Anbau"», *Landw. Forschung*, 25, 167-169.
- WILLI, J. (1978): «Pflanzenernährung und Qualität», 4600 Heuuntersuchungen, *IFOAM*, 24, 5-6.

RÉSUMÉ

On passe en revue dans ce travail l'evidence accumulée jusqu'à présent par les recherches sur l'évaluation de la qualité des produits agricoles. Il conclut en affirmant que, lorsque on adopte une approche multidisciplinaire au problème, les résultats obtenus montrent que les techniques d'élevage organique tendent à améliorer la qualité du produit. Il demande qu'on fait davantage de preuves d'ensemble en incorporant des spécialistes dans les domaines de l'agriculture, la transformation, la nutrition et la médecine.

SUMMARY

This paper surveys the evidence to that date of researches to assess the quality of agricultural produce. He concludes that when an interdisciplinary approach to the problem has been adopted, then results indicate that organic husbandry techniques tend to improve the quality of the produce. He calls for further comprehensive tests involving specialists from the fields of agriculture, processing, nutrition and medicine.

