

El abono mixto y la enmienda calcárea

(Tesis de grado de Pedro Nel Mejía — 1939)

INTRODUCCION

CAPITULO PRIMERO

Abono de la Granja ovina de Termales

De gran importancia he encontrado tratar sobre este tema que de suyo dará a conocer a grandes rasgos la fuente de riqueza que existe en la "Granja de Termales", en donde el Ministerio de la Economía Nacional posee en la actualidad ochocientos ejemplares ovinos (800), entre machos y hembras, correspondientes a las razas "Merino puro" y los cruces de Merino con la oveja criolla de Boyacá y Marulanda.

La fuente de riqueza a que me refiero, es aquella del abono proporcionado por estos animales. No solamente debiera el Gobierno interesarse en el cultivo y sostenimiento del animal por su carne y lana, sino que debiera hacer un esfuerzo por obtener un sistema equitativo y económico de manufacturar el abono orgánico, y una vez sometido a los correspondientes procesos de fermentación, darle facilidad a los papicultores de la zona del páramo para que hagan utilización del producto en sus cultivos.

Es muy singular el hecho de que en Europa se preste un gran cuidado a la utilización de los abonos naturales, producto de las deyecciones animales. Como ejemplo digno del presente caso tenemos que en la República de Suiza funciona la casa "Maggi" productora de toda clase de conservas. Se encuentra ubicada en "Kemptal", siendo un organismo de fama bastante conocida. Posee una lechería de 250 a 300 reses, siendo su objetivo principal, no la especulación de los productos lácteos y sus derivados, sino la manufactura del abono con el propósito de venderlo al comercio.

En la "Granja de Termales" haría el Gobierno Nacional una importante labor, de resultados muy directos, estudiando la manera de establecer un sistema práctico y económico de estercoleros en los cuales se pueda hacer una preparación del estiércol por lo menos en un lapso de 3 a 3½ meses. Las condiciones del suelo en su parte física y en su contenido de acidez, deja un margen de seguridad al éxito del abono en las zonas donde el cultivo de la papa prospera con perspectivas halagüeñas. La majada de oveja es acreedora a condiciones extraordinarias como fertilizante, factor que induce al pueblo francés a tener una gran predilección de su empleo en las prácticas del sistema intensivo de manejo del vegetal; la gran experiencia de este pueblo en su manejo, es el factor que lo acredita para ser considerado como uno de los mejores fertilizantes de origen orgánico. El siguiente cuadro muestra el análisis comparativo.

**Análisis comparativo del abono de vaca, caballo,
oveja y puerco, por 1.000 partes.**

Excrementos sólidos por 1000 partes		Caballo	Vaca	Oveja	Puerco
	Nitrógeno	5.9	3.2	7.0	6.5
	Fósforo	3.8	2.1	8.6	5.3
	Potasa	4.2	1.5	3.3	5.0
	Cal y Mg.	3.0	3.0	15.0	3.0
Excrementos líquidos en 1000 partes	Nitrógeno	15.0	8.5	13.2	2.6
	Fósforo	00	Trazas	0.5	0.8
	Potasa	10	14.0	18.6	2.0
	Cal y Mg.	8.0	13.0	6.0	5.0

Es sumamente notorio por este cuadro, el porcentaje de

Nitrógeno, ácido fosfórico y potasa que posee el estiércol o majada de oveja, constituyentes de extraordinaria resonancia en la producción de la papa. Aquí estriba el interés del presente estudio, en el cual se tratará de demostrar con resultados más o menos aproximados el sistema de utilización más directa del importante fertilizante que se pudiera producir en los lugares aledaños a la cordillera.

Importancia del abono ovino para la papa.

La majada de oveja está formada por las deyecciones sólidas y líquidas del animal, mezcladas con la paja, material este último que se utiliza como cama en los apriscos. Dicho estiércol tiene un gran valor fertilizante pues por la demostración del cuadro anterior se constata que es el más rico en sus elementos potásicos y nitrogenados, sustancias de la principal influencia en las funciones metabólicas de la producción, transformación y acumulación de los carbohidratos, entre la hoja y el tubérculo. De allí se deduce la producción de tubérculos. Se pudiera decir que la deyección ovina es un abono completo, siendo tan importante su empleo, que además de suministrar al terreno los principios fertilizantes, controla su estructura mejorando las condiciones físicas del mismo. La mayor o menor riqueza del fertilizante natural a que aludo está en razón directa con la calidad de los pastos. En Termales el alimento predominante es el "Esparto" y la "Orejuela" o Plegadera. Sin embargo, el análisis siguiente demuestra que estos pastos no son tan buenos, y que por lo tanto, la región de Termales deja que desear a la propagación de la oveja, existiendo sitios en la cordillera mejores en cuanto a clima, mineralización de las tierras y sequedad de las mismas, para una propagación más efectiva.

Existen tres clases de esparto, a saber:

Nº 1	Deshicente
Nº 2	Espartillo
Nº 3	Tipo Poa

Estos tres pastos fueron enviados por el suscrito a Me-

dellín y el resultado de la investigación, solicitado previamente, fue el siguiente:

Estos tres pastos fueron enviados por el suscrito a Me-

Análisis

Nº 1—Base húmeda

Humedad	8.89%
Materia seca	91.11 "
Materia Mineral	7.51 "
Proteína	2.71 "
Grasa	1.78 "
Fibra	67.15 "
Carbohidratos	11.96 "
Calorías	79.83 "
Relación nutritiva ..	1:5,88 "

N: 1—Base seca

Humedad	0.00%
Materia seca	100.00 "
Materia mineral	8.24 "
Proteína	2.96 "
Grasa	1.95 "
Fibra	73.70 "
Carbohidratos	13.12 "
Calorías	87.48 "
Relación nutritiva ..	1:5,88 "

Nº 2.—Espartillo

Humedad	8.87%
Materia seca	91.63 "
Materia mineral ...	8.95 "
Proteína	1.31 "
Grasa	1.88 "
Fibra	63.19 "
Carbohidratos	16.30 "
Calorías	90.14 "
Relación nutritiva ..	1:15,67

Nº 2—Espartillo

Humedad	0.00%
Materia seca	100.00 "
Materia mineral	9.87 "
Proteína	1.43 "
Grasa	2.05 "
Fibra	70.05 "
Carbohidratos	16.30 "
Calorías	98.33 "
Relación nutritiva ..	1:15,67

N: 3.—Tipo Poa

Humedad	8.06%
Materia seca	91.94 "
Proteína	2.18 "
Grasa	1.78 "
Fibra	69.45 "
Carbohidratos	10.85 "
Calorías	72.37 "
Relación nutritiva ..	1:6,87 "

N: 3.—Tipo Poa

Humedad	0.00%
Materia seca	100.00 "
Proteína	2.37 "
Grasa	1.93 "
Fibra	75.53 "
Carbohidratos	11.80 "
Calorías	78.64 "
Relación nutritiva ..	1:6,81 "

En el análisis demostrativo se nota perfectamente que las tres clases de pasto dan un contenido alto de fibra y bajo en carbohidratos, circunstancias que se oponen un poco al éxito de la industria, si bien es cierto que la fibra tiene un poder asimilativo difícil y por consiguiente en la for-

mación del vellón; la escasez de carbohidratos disminuye la acumulación de grasa y por consiguiente, la acumulación de calorías, que en una altura como la de Termales, afecta la crianza de los borregos.

Los tres elementos principales que la papa necesita para llenar sus efectos en una cosecha remunerativa son: el nitrógeno, el fósforo y la potasa. Trataré en el presente capítulo de demostrar la manera de cómo el vegetal obtiene dichas sustancias por mediación del abono orgánico ovino.

Como el cultivo de la papa se hace en tan corto tiempo, toda vez que el período vegetativo es relativamente limitado, el abono que se debe poner es aquél que contenga los principios fertilizantes en estado asimilativo lo más directo posible; en el caso tratado, el abono natural en completo estado de nitrificación sería muy conveniente. Durante los primeros períodos de desarrollo la plantulita vive a expensas de las reservas contenidas en el tubérculo; del segundo mes en adelante vive, en parte, alimentándose del tubérculo y en parte, del suelo, de donde empieza a extraer los elementos fosfáticos y potásicos; en los días más avanzados, es exigente del elemento potásico del cual necesita cantidades superiores en atención a que sin dicho elemento los procesos de transformación de los almidones en la hoja vienen a alterarse.

Es dicha planta ávida de nitrógeno, elemento que lo utiliza con gran beneficio en la formación de los tejidos y para la textura de su sistema foliar. Siendo en verdad que la majada ovina lleva en sus deyecciones sólidas y líquidas un 7.0 y 13.2, respectivamente, en 1.000 partes, y un 3.3 y 18.6 de potasa en las mismas partes, es suficiente para que se le considere de importancia cuando se suministra en los cultivos de papa. La potasa sirve más que todo para la formación del almidón y del azúcar. En el momento en que el cultivo se encuentra perfectamente dotado de dicho elemento, la susceptibilidad a las enfermedades de carácter fungoso se atenúa un poco; las hojas y los tallos se presentan fuertes y la cosecha que pudiera ser débil por dichas circunstancias viene a aumentarse en proporción muy considerable, si en verdad se tiene presente, que el proceso

conducente a la formación de los amiloides se sucedera en forma normal.

Una fórmula especialmente importante de abono para la papa sería la 5-8-7, haciendo aplicaciones de 2.270 kilogramos por hectárea; esta cantidad se entiende, cuando se trate de la aplicación de una fórmula de abono químico. El volumen, en el caso de las aplicaciones mixtas, variará considerablemente.

Es menester demasiado conocimiento al practicar cualquier aplicación de fertilizante, debido a que los excesos motivados por un descontrol comprobado acarrearían el consiguiente perjuicio; todo fertilizante tiene como función, a más de la de nutrir, la de intervenir directamente en las condiciones físicas y en la flora microbiana, de tal suerte que de su abuso depende la alteración de las mencionadas condiciones. Una experiencia de años, basada en conclusiones prácticas, sería el factor más autorizado que formaría el criterio en la aplicación moderada. La inteligente distribución de la majada restituye al terreno materias alimenticias necesarias que ha ido perdiendo a consecuencia de filtraciones y arrastre del agua de gravedad, a los lugares más bajos.

Es costumbre de todos conocida, que la mayoría de los cultivadores siembran año tras año un mismo cultivo en el mismo terreno, omitiendo el abonamiento. El resultado de tal sistema se traduce en el debido empobrecimiento del suelo a lo que se llama tierra cansada, cuya consecuencia es la producción de cosecha raquítica. El agricultor posee diferentes medios de control, que aplicados con la debida cautela, le darán resultados efectivos y seguros. Entre ellos, tenemos la rotación de los cultivos; la selección, desinfección de la semilla y sistemas especiales de manejo de la misma en el cultivo, para la conservación de una calidad buena, agregando a todo esto, la práctica del abonamiento.

El uso de semillas seleccionadas conviene generalizarlo cada día, a fin de que los sistemas técnicos de última hora orienten al cultivador y creen en él la conciencia del mejor método; dicha medida debe estar unida a otra, cual es la continua dilucidación referente a la variedad que para

su caso puede ser mejor. Medidas del carácter a que me refiero seguramente ayudarían a un control mucho más eficaz de los errores, trayendo consigo el sistema una cuantía considerable a la mejora de los rendimientos en una región cualquiera.

En los climas fríos, el estiércol obra lentamente, siendo su actividad un poco atenuada, dificultándose a la zona de raíces su asimilación más inmediata. De allí la importancia de aplicar dosis superiores, suministradas con alguna anterioridad y previa descomposición. En tal caso, y cuando se desee un efecto rápido, debe aplicarse la majada tan pronto se haya logrado la transformación del nitrógeno orgánico, condición que se logra sometiendo el material al estercolero, apretándolo fuertemente, para que a medida que se acumule el material, se controle el acceso del oxígeno y así evitar la pérdida del mismo; es de inmediata necesidad mantener el estercolero siempre húmedo, operación que se hace tan pronto empieza a destilar el purín de la misma fosa y regándolo encima de la masa que se está preparando. En síntesis, la mejor manera de manejar la fosa consiste en mantener la humedad permanente en ella; apretar oportunamente y evitar la demasiada cantidad de aire. Algunos autores aconsejan colocar el material en capas de treinta a cuarenta centímetros y encima de cada capa, una ligera aplicación de cal, haciendo esto en capas alternas hasta llenar la fosa y tapando la misma con una capa de tierra. El abono se deja en esas condiciones por un número determinado de meses, más o menos tres, hasta lograr la conversión del nitrógeno orgánico de la forma (NH₃) amoníaco, a la forma de nitrógeno nítrico, (NO₃) nitrato, estado en el cual la planta hace directa utilización de él como abono.

Para el cultivo de la papa en las tierras arenosas de la cordillera, es muy conveniente el abonamiento orgánico, tanto por la mejora física que dicho elemento hace a esa clase de suelo, cuanto por la cantidad de alimento que proporciona. El estiércol, previamente descompuesto, se empleará en cantidades apropiadas, tanto así que se puedan repetir las aplicaciones cada dos o tres años.

Llegado el momento en que se desee hacer aplicaciones de abono orgánico en combinación con sustancias químicas, aconsejan varios autores, entre ellos Rodolfo Godínez y Díez, que se tenga la siguiente precaución: Para sueltos, en el caso de agregar potasa comercial al material orgánico, se haga uso de las formas de cloruro, la carnalita y la kainita. Entre los abonos fosfatados se prefieren los fosfatos de hueso y las escorias y en cuanto al nitrógeno, se debe suministrar en forma de nitratos.

Este mismo autor dice, que el uso de los abonos químicos en combinación con el material orgánico, para terrenos arcillosos, debe ser en la forma siguiente: La potasa debe emplearse, cuando se desee combinar con el estiércol, en la forma de sulfato, descartando la kainita y la carnalita, toda vez que ellas aumentan la humedad en el terreno. Referente al nitrógeno, parece ser el sulfato de amoníaco el que ejerce una mejor acción que el nitrato.

Producción de la granja

- I — Qué altura sobre el nivel del mar tiene la granja?
- II — Qué temperatura media posee?
- III — Cuántos apriscos tiene?
- IV — Qué altura sobre el nivel del mar tienen dichos apriscos?
- V — Cuántas hectáreas componen la finca?
- VI — Cuántas hectáreas proporcionan pastoreo?
- VII — Qué número de ovejas pastan en la actualidad?
- VIII — Cuántas ovejas pastan por hectárea?
- IX — Qué cantidad de abono se produce en el mes?
- X — Qué cantidad diaria se produce por cabeza?
- XI — Cuál es el análisis químico del abono?
- XII — Qué tiempo demora el abono en la estercolera?
- XIII — Cuál es el sistema de estercolera más conveniente?
- XIV — Cuánto pesa un metro cúbico de abono?

Respuesta

- I — La casa de la granja tiene una altura de 3.520 metros sobre el nivel del mar.

- II — Posee una temperatura media de nueve grados centígrados.
- III — En la actualidad existen dos apriscos.
- IV — El aprisco número 1, cercano a la casa, tiene una altura sobre el nivel del mar de 3.620 metros. El número 2, más alto, tiene una altura sobre el nivel del mar de 3.850 metros.
- V — La finca está compuesta en la actualidad por 800 hectáreas, más o menos.
- VI — Únicamente 400 hectáreas.
- VII — En la actualidad pastan 800 ovejas.
- VIII — De acuerdo con lo anterior, corresponde a una capacidad de pastoreo de dos ovejas por hectárea. Sin embargo, ya se tiene un principio de observación que se seguirá muy de cerca, en el sentido de que con la abonadura que facilita el animal en el potrero, el pasto "Plegadera" ha mejorado notablemente hasta el punto de considerarse que para muy pronto, continuando el mejoramiento del pasto mediante la acción del abono natural, cabrán cuatro ovejas por hectárea. Según eso, estimulando la fertilización, se podrá poner con el tiempo de 1.200 a 1.500 ovejas en los campos hábiles que en estos momentos dan pasto, y mejorando las cuatrocientas hectáreas restantes, en las que nada existe, el número de animales puede llegar con el tiempo a cifras muy compensativas.
- IX — Promediando la producción en verano y en invierno, el producido es de cincuenta toneladas al mes, cifra que se entiende, haciendo la mezcla con el esparto que sirve de cama en los apriscos.
- X — Por unidad se produce dos kilos en verano y tres en invierno, más o menos.
- XI — El análisis químico del abono es el siguiente:

Agua	66 %
Materia seca	32.56 "
Nitrógeno	0.64 "
Acido fosfórico	0.40 "
Potasa	0.40 "

- XII — Por los datos que se tienen en la granja, tomados de la práctica, demora tres y medio a cuatro meses en los potreros, es decir, sin entrar al estercolero.
- XIII — El más conveniente sistema de estercolero, entre los varios que existen para el efecto, es el consistente en una plataforma inclinada. Esa plataforma inclinada con piso de cemento lleva en su parte inferior una pared que da libre acceso al orín y al agua lluvia, sustancias que componen el purín. El purín ha de pasar a un recipiente anexo. De dicho recipiente se extrae frecuentemente a fin de mojar la masa que está en preparación. La plataforma inclinada se instala en el fondo de un hueco que se abre, el que constituye propiamente la estercolera; de tal suerte que las paredes las forma el mismo terreno.
- XIV — Un metro cúbico de abono seco pesa trescientos kilos (300), y húmedo, es decir, sin descomponer, quinientos kilos (500).

Manera de mezclar los fertilizantes

— Abonos compuestos químicos —

El abono orgánico fertiliza la tierra en cuanto a que contiene los cuatro fertilizantes: ázoe, potasa, ácido fosfórico y cal; desgraciadamente, su poder es débil en cuanto a que, no obstante su masa, el rendimiento como fertilizante es menor, comparado con el abono químico. Ello se debe a que las materias fertilizantes de directa actividad, en el compuesto químico son de asimilación directa y en cantidad más proporcionada. Por el contrario, en el fertilizante orgánico, las dosis de los elementos y las condiciones de asimilación difieren en alto grado, siendo dicha masa más caprichosa, de lenta descomposición, y el ázoe que contiene volatiliza con extraordinaria facilidad sin que el vegetal haga uso de él.

Las principales ventajas de una buena mezcla son: el bajo costo y el mejor uso para las necesidades de la planta. Una vez que se tengan las materias primas, la formación del abono consiste en una sencilla mezcla, basada en

la clase del cultivo que se piensa tratar y en la riqueza de los componentes. Como la mayoría de las manufacturas en la mezcla de fertilizantes no dan una información detallada de los materiales usados en ella, conviene hacer un uso prudente del compuesto en el campo.

Tratándose del cultivo de la papa, el cloruro de potasio debe proibirse del abono para dicho vegetal.

Como venimos hablando del beneficio del abono de la oveja para las zonas de la cordillera aledañas al nevado de "El Ruiz", y siendo en verdad que la textura de los suelos en las referidas regiones es de consistencia liviana y arenosa, tampoco conviene la potasa en forma de sulfato, como lo anota el mismo profesor Godínez, sino las formas de carnalita y kainita, por la circunstancia muy especial de ser sus dos formas comerciales que conservan la humedad.

Algunos materiales no deben entrar en la mezcla puesto que tienen efectos deletéreos sobre los demás. La cal, por ejemplo, y algunas escorias básicas, no deben ser mezcladas con super-fosfato, toda vez que el elemento calcáreo tiene el poder de reducir el porcentaje de ácido fosfórico utilizable; además, la cal no debe usarse en la mezcla con sales de amoníaco, debido a la gran pérdida que de este gas se puede tener. Es menester sumo cuidado en la mezcla de la cal con los abonos, sobre todo, con los de naturaleza química, a fin de evitar las pérdidas enumeradas.

Cuando los fertilizantes han sido mezclados con mucha anterioridad a la aplicación, conviene entonces el uso de un desecador acondicionado para conservar la mezcla en las mejores condiciones de soltura.

Muchos materiales como el nitrato de soda, nitrato de calcio, kainita y otros varios fertilizantes, toman la humedad del aire y se hace por esa circunstancia, indispensable el empleo del desecador, a fin de prevenir el aumento de peso y la consistencia burda de la mezcla.

Los materiales comúnmente usados como desecadores, son: el nitrógeno orgánico, sangre seca, tankaje, harina de semilla de algodón, harina de castor, basuras, tierra seca, harina de pescado y aserrín. Generalmente de trescientas (300) a cuatrocientas (400) libras de un buen desecador, por

tonelada, es suficiente para mantener la mezcla en buenas condiciones. Cuando el fertilizante se aplica inmediatamente a continuación de efectuada la mezcla de las sustancias desecadoras, los resultados se traducen en algunos costos económicos de nitrógeno.

La selección de los materiales para la mezcla se debe basar en el costo del nitrógeno, ácido fosfórico y la potasa. El cálculo de la cantidad de materiales necesarios para formar una tonelada de fertilizante es cuestión de una operación aritmética.

El análisis bajo el título 5-8-7, significa el porcentaje en 100 libras, de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa, respectivamente, una vez confeccionados.

Sabemos que la tonelada posee 2.000 libras; luego basta multiplicar cada componente de la fórmula por 20, (factor común) con el propósito de obtener la cantidad de libras de cada componente de los tres que han de formar la mezcla. Según eso tenemos:

1º $5 \times 20 = 100$ libras de nitrógeno se necesitan.

2º $8 \times 20 = 160$ libras de P 205 se necesitan.

3º $7 \times 20 = 140$ libras de potasa se necesitan.

Es perfectamente necesario conocer la composición de los materiales utilizados en la fabricación de las mezclas, que por lo general vienen anotados en los rótulos de los empaques. Para encontrar la cantidad de cada material contenido en el total del nitrógeno, ácido fosfórico y potasa, en una tonelada de mezcla de fórmula 5-8-7 utilizando en él componente químico, se opera de diferentes maneras, de acuerdo como se anotará más adelante.

La cantidad de cada material, donde solamente un elemento es usado, se averigua dividiendo el total de la cantidad de nitrógeno, ácido fosfórico y potasa por el porcentaje de composición de cada material, y se multiplica por 100.

Ejemplo:

Supongamos que nos dan nitrato de soda del 15% de nitrógeno para suplir el elemento en la fórmula; entonces, como se necesitan 100 libras de nitrógeno, en vista de lo anotado atrás, se procederá en la forma siguiente:

Se divide a 100 (libras de nitrógeno requeridas) por 15 y se multiplica por 100 (factor común).

$$\frac{100 \times 100}{15} : 666 \text{ libras de nitrato de soda.}$$

Las 160 libras de ácido fosfórico, haciendo uso del superfosfato del 16% se suplen de la manera siguiente: bajo el cálculo;

$$\frac{160 \times 100}{16} : 1000 \text{ libras de superfosfato.}$$

De la misma manera se opera para con la potasa, es decir, las 140 libras de este elemento, usando muriato de potasa del 50%, las obtendremos bajo el cálculo que se anota a continuación:

$$\frac{140 \times 100}{50} : 280 \text{ libras de muriato de potasa.}$$

Según lo expuesto, necesitaremos para formar una tonelada del abono compuesto químico de la fórmula 5-8-7, las siguientes cantidades de los respectivos productos comerciales.

Nitrato de soda del 15%	666 libras
Superfosfato del 16%	1.000 libras
Muriato de potasa del 50%	280 libras
Desecador	54 libras

La aplicación razonada del presente sistema, para cultivos en general, de acuerdo con las exigencias de cada uno, puede satisfacer las necesidades de todos los suelos.

No deja por lo tanto de ser un resumen práctico de las fórmulas que el campo teórico proporciona en el cultivo activo.

Sin embargo, el procedimiento no está libre de objeciones, puesto que el terreno es posible, casi seguro, que contenga algunos principios fertilizante en abundancia que en el presente caso pueden sobrar y como consecuencia, la

utilización será menor, notándose, como se dijo al iniciarse el presente capítulo, "Pérdidas conómicas". En todo caso, la fórmula que venimos componiendo, bajo el título discutido, es una de las que mejores resultados presenta al cultivo de la papa.

Pero como la cantidad de abono que corresponde a esta fórmula es de 2,270 kilogramos por hectárea, a fin de obtenerla en esta cantidad, es menester las proporciones del caso en la forma dilucidada.

Los fertilizantes son aplicados por regla general, antes o al tiempo de plantar. Un sistema demasiado práctico a seguir, sería el consistente en hacer la abonadura unos pocos días antes de la siembra. El suministro de grandes cantidades de nitrato de soda de una sola vez puede ocasionar pérdidas debido al factor de la lixiviación, especialmente si se trata del abonamiento de suelos de consistencia arenosa, como lo son los de la zona del nevado de "El Ruiz". De acuerdo con lo presente, es importante y muy conveniente aplicar el nitrato de soda en dos tiempos: la mitad de la dosis, 10 a 15 días después de la siembra, cuando la pequeña plátulita empieza a alimentarse en parte de las reservas del tubérculo y en parte del suelo; y la última, tan pronto como la planta ha pasado ya a alimentarse en todo el suelo, que es del mes y medio en adelante.

La aplicación a que estamos haciendo referencia se calcula de una duración de tres años, más o menos. Queda en esta forma explicado lo que es el abono químico, su sistema de preparación, su dosificación y el efecto directo sobre la planta, en lo que concierne a poder asimilativo.

Abono mixto

Propiamente esta denominación se aplica al abono orgánico, resultante de la mezcla de residuos animales o vegetales, con sustancias químicas.

La majada de oveja constituiría una materia prima de principal calidad en la mezcla mixta por los resultados que de ella se tienen conocidos, respecto de los componentes que lleva, siendo ellos quienes le dan su verdadero crédito.

Más atrás nos dimos cuenta, de que el análisis practicado en el laboratorio demuestra que las deyecciones ovinas contienen los tres elementos indispensables al vegetal, lo que le asigna la característica de ser un abono completo.

La importancia del abono mixto estriba en que su acción es mutua sin que el uno reemplace al otro, es decir, en el cultivo de la papa por ejemplo, la deyección animal no puede ser reemplazada por el abono químico o viceversa. Es de tanta trascendencia el abono mixto por los efectos diferentes y bien repartidos que presta al cultivo; tenemos como ejemplo, que el producto orgánico animal que entra en la mezcla es utilizado por la planta mucho después de iniciado el crecimiento, ayudando al estímulo de la flora microbiana del suelo, sosteniendo por lo tanto la fertilidad de éste y mejorando las condiciones físicas del mismo; el complemento químico que interviene en el resto de la mezcla, tiene una acción más directa sobre el vegetal, entrando más rápido a ser asimilable, disminuyéndose por lo tanto su presencia en el terreno, toda vez que las aguas lluvias en los fuertes inviernos lo lixiviarán con efectos mucho más rápidos.

El preparado mixto debe quedar convenientemente mezclado con la tierra en el momento de la aplicación, a fin de asegurar el éxito de la abonadura; conviene desde todo punto de vista anotar, que las aplicaciones superficiales, sin incorporarlas con la corteza terrestre, lejos de ser convenientes, su efecto es maléfico, toda vez que el sistema se constituye en un atenuante de la acción asimilativa, perdiéndose cantidades inmoderadas de nitrógeno a causa de las volatilizaciones continuas.

Es tal la importancia del componente orgánico y su sistema de aplicación, que personalmente pude experimentar el caso siguiente: En la finca "La Suiza", de propiedad del doctor Emilio Toro, ubicada en este municipio de Manizales, elegí una parcela de once metros cuadrados. Practiqué abonamientos con "cisco de cacao" previamente descompuesto en una capa de espesor de dos centímetros, bien mezclado con la corteza terrestre y distribuído luego homogéneamente con el rastrillo de mano.

Poco después a mediados del mes de octubre de 1930 se hizo allí la siembra de zanahoria. Cuarenta y dos días luégo, personalmente tomé la altura promedia del vegetal, constatando que en ese tiempo logró un desarrollo de 20 centímetros, Hubo exuberancia, sanidad y uniformidad en la germinación. Se logró un producto de magnífica calidad. Anexo a este y en el mismo día, con el mismo cultivo, se sembró un lote de la misma área, pero omitiendo el abonamiento y con la única labor de preparar el suelo con el rastrollo de mano, muliendo convenientemente. Cuarenta y dos días después de efectuada la siembra, tomé la altura como en el caso anterior, habiendo constatado un promedio de desarrollo de 10 centímetros.

Contiguo a los dos lotes anteriores, y en un área exactamente igual, se abonó en la misma fecha con cisco de cacao previamente descompuesto, en capa de dos centímetros de espesor y sin mezclarlo con la tierra, sembrando en él la misma zanahoria. Cuarenta y dos días más tarde, al tomar las anotaciones sobre la altura promedia alcanzada, logré observar un desarrollo más o menos igual al habido en el lote primero en que se hizo omisión del abonado.

Conclusiones de esta naturaleza dejan la claridad y demuestran la influencia del abono por su sistema de aplicación y la singularidad que tiene el método de las distribuciones homogéneas.

En la misma finca, y en el mes de agosto de 1938, construyéronse hoyos de 90 centímetros de ancho por 90 de profundidad, sembrando en ellos árboles de manzano. La construcción de cada unidad se llevó a cabo separando la tierra buena del suelo, de la del subsuelo. Pasados veinte días de la construcción se llenaron hasta la mitad con residuos vegetales, basura y yerbas provenientes del raspado común, y la parte restante, hasta llenar la cavidad, con una mezcla formada por dos partes de la tierra negra orgánica extraída de la capa superior del suelo, más una tercera parte de abono de cisco de cacao previamente fermentado, y un poco de ceniza común. Quedaron los hoyos preparados por término de un mes, pero veinte días luégo de haberse agregado el cisco y la ceniza, se agregó media libra de cal co-

mún, y a los 15 días procedióse a efectuar la siembra de los manzanos, operación hecha el 12 de septiembre de 1938; veintitrés arbolitos se pusieron en observación, habiendo logrado de ésta, lo siguiente:

Octubre 12 de 1938. **Promedio de crecimiento:** En unos 6 y en otros 14 cms.

Diciembre 12 de 1938. **Promedio de crecimiento:** 40 cms.

En esta última fecha las condiciones del vegetal se presentan sin alteraciones de clase alguna y por el contrario, su sistema foliar sin afecciones, desarrollo equilibrado y excelente, y fortaleza bien demostrada en sus tallos y yemas terminales.

Consecuente con la importancia que tiene para todos los casos de fertilización la ley del mínimo y las de restitución, y obedeciendo al apunte anterior, fruto de una observación detenida, se lograría más beneficios y economía, componiendo mezclas basadas en un criterio científico y unitario, en la forma como se verá en capítulo más adelante. Obvia demostrar que métodos bien aplicados y cálculos establecidos sobre el principio que establece la teoría de la fertilización o Ley del mínimum, dejarían un margen tanto más seguro, que la planta utilizaría directamente las sales minerales que llevan las aguas del suelo. Como en la ley del mínimum "las cosechas son proporcionales al elemento fertilizante que se encuentra en menor cantidad en el suelo en relación con las necesidades de la planta", el principio de esta enseñanza no debe considerarse el balanceamiento de la mezcla relacionada con las condiciones del terreno y las exigencias del vegetal.

Según esto, deberíamos optar por el cálculo de una fórmula mixta, operación que exactamente y sin dificultades se hace en la misma forma como se operó para la composición de la mezcla química. Las sustancias componentes deben quedar con una trituración lo mejor que sea posible; en virtud de lo observado atrás, son necesarísimas las incorporaciones a la corteza terrestre, en el momento de la fertilización del suelo, haciendo la cosa en una forma homogénea. De allí la importancia del desecador o materia inerte.

Obrando de acuerdo con el procedimiento para lograr la fórmula química, entonces quedaríamos en lo siguiente:

Haremos uso de los siguientes componentes:

Abono de oveja	con	8.5% de Nitrógeno
Polvo de hueso	"	30.95% de Fósforo
Muriato de potasa	"	50% de Potasa
Aserrín		Como materia inerte

Nuestro pensamiento consiste en preparar con las anotadas sustancias primas 2.000 libras de abono mixto, que corresponda a la fórmula 5-8-7, especial al cultivo de la papa. El procedimiento consiste en lo que sigue:

1º	5 x 20 =	(factor común):	100 libras de nitrógeno se necesitan para componer la fórmula.
2º	8 x 20 =	" "	160 libras de fósforo se necesitan
3º	7 x 20 =	" "	140 libras de potasa se necesitan.

Averiguaremos entonces la cantidad previa de cada materia prima que se necesita en la composición de la mezcla.

En este segundo caso, y en virtud de los datos precedentes, el procedimiento sería:

$$\frac{100 \times 100}{8,5} : \text{Se necesitan } 1.176 \text{ libras de majada.}$$

$$\frac{160 \times 100}{30,95} : \text{Se necesitan } 549 \text{ libras de polvo de hueso.}$$

$$\frac{140 \times 100}{50} : \text{Se necesitan } 280 \text{ libras de Muriato de Potasa}$$

Aserrín Agregar el 2% o sea, cuarenta libras.

En tierras livianas de consistencia permeable, se debe tener la precaución de aplicar el abono en una forma un poco superficial, de tal manera que quede convenientemen-

te mezclado con la tierra, pero siempre encima de la zona pilífera. Cuando el suelo es muy pesado, la raíz de los vegetales profundiza más la aplicación.

Tratándose de árboles frutales, el procedimiento a seguir consiste en enterrar el abono a unos sesenta centímetros del tronco principal, en una zanja de 8 a 10 centímetros de profundidad y de 20 centímetros de ancho, procurando que el abono quede sobre las raíces y en ningún caso debajo de ellas. Sobre la mencionada zanja se agrega el fertilizante en proporción de cuatro kilos por unidad, cuando la planta esté en completo desarrollo, haciendo la aplicación en dos tiempos, a saber: dos kilos primero; dos o tres meses después, la cantidad restante.

Al depositar el abono en la zanja, se le debe tapar con la tierra que se sacó para construirla. La dosis convenida puede durar hasta para tres años.

Cómo se mantiene la fertilidad en los suelos

La fertilidad del suelo se debe a los nutrientes, los cuales son muchos y variados. Al terreno se le debe proporcionar frecuentemente cantidades adecuadas de fertilizantes para asegurar el éxito de las cosechas y la contextura de la planta. La reacción del suelo influye considerablemente en los diversos procesos que sobre él se operan.

En el manejo de la corteza terrestre es importantísimo y necesario llenar los siguientes requisitos, para la buena producción:

- (a) Un estudio del terreno y sus cosechas, indicando los factores limitantes.
- (b) Adición de potasa y fósforo y la aplicación de cal como correctivo de la acidez y estimulativo de la flora microbiana.
- (c) Control de la materia orgánica, mediante el uso de fertilizantes naturales, tales como las deyecciones animales, abonos verdes, etc.
- (d) El arado.
- (e) El drenaje.

Es tan conveniente el arado para la ionización en los terrenos, que siendo practicado antes de la siembra la co-

secha utilizará directamente los fertilizantes minerales en forma ionizada (dividida).

En la forma indicada, quedan anotados los métodos prácticos para corregir las deficiencias de los suelos áridos. Los mencionados sistemas facilitan un máximo efecto sólo cuando la corteza terrestre es acreedora a una condición física satisfactoria. El terreno debe, primero que todo, presentar una consistencia adecuada a fin de asegurar en la forma más conveniente el anclaje del vegetal.

Únicamente cuando la capa de cultivo se ajusta equitativamente a estas condiciones, desde luego los procesos biológicos se sucederán en una forma efectiva y económica.

Para el buen manejo, lo primero que se requiere son las labores del arado; debe ser arado y cultivado con el propósito de lograr una granulación proporcionada. El sistema facilita una buena aireación, a la par que da un medio de drenaje, el que conviene sobre manera en el control de las sales minerales, que van en suspensión con el agua del suelo.

Si el subsuelo fuera accesible a la humedad, debe ser avenado en las estaciones o tiempos de invierno, mediante la construcción de canales colectores subterráneos, haciendo uso de atadores o de la piedra. La profundidad de las zanjas dependerá de la clase del suelo, de la del subsuelo, del estado físico de ambos casos y de las condiciones de la humedad. Además, la distancia de cada dren se pondrá de acuerdo con esas mismas circunstancias; hay que tener presente que el drenaje para las tierras de regadío difiere del que se hace para secar los terrenos en que la humedad es permanente. Con el drenaje se proporciona aireación en el suelo, circunstancia sumamente conveniente para que las plantas prosperen en condiciones normales.

En suelos de zonas frías, la actividad de la flora microbiana sufre una paralización en presencia de excesiva humedad, y de allí que la elaboración de las sustancias minerales que han de componer el alimento se dificulte para entrar a ser lo asimilable necesario. La descomposición de la materia orgánica en los terrenos en que la circulación del aire sea deficiente, a causa del encharcamiento, trae

como consecuencia lógica la acumulación de gases y de más sustancias tóxicas que son perjudiciales a las plantas, constituyendo la correspondiente humedad del ambiente en la zona del cultivo, circunstancia muy favorable para el desarrollo de algunos hongos, tales como los de la "Gota" de la papa y del café.

En suelos estériles correspondientes a zonas de condiciones áridas, la profundidad de los drenes debe ser inferior a la de los terrenos en donde las humedades son más frecuentes. Algunos autores, entre ellos R. A. Hart, recomiendan que en las zonas áridas, la profundidad de los drenes sería muy aceptable de 1,80 centímetros. Antes de convenir la profundidad del avenamiento, es indispensable tener un conocimiento exacto de las condiciones en que se encuentra la capa subterránea.

La distancia a que se ponen los avenamientos depende de la situación del terreno, toda vez que el agua perjudicial que se quiere recoger en la red de avenamiento procede de varios lugares. En el caso de que el subsuelo sea arcilloso y tenga arena a profundidad de ochenta centímetros a un metro, entonces la distancia de los drenes será entre 150 a 180 metros, unos de otros. En subsuelos de consistencia liviana, la distancia de los drenes puede ser de 350 a 400 metros, y por último, cuando las condiciones de la capa subterránea corresponden a una estructura cascajosa, entonces la distancia de 600 a 700 metros no sería perjudicial.

En terrenos pantanosos, las distancias de los drenes hay que disminuirlas bastante y los desagües se instalarán directamente en el lugar pantanoso, poniendo las líneas de evacuación a lo largo del pantano y en sus orillas.

Los avenamientos, la evaporación, la absorción de las plantas, las lluvias y el suministro de fertilizantes, son factores que alteran la concentración de la solución del suelo. El grado de fertilidad de un suelo es imposible determinarlo con claridad sin previo estudio de la naturaleza de la solución del mismo. La solución del suelo baña la superficie de absorción de las raíces, proporcionando la manera de trasladar los elementos y accionando la remoción de los cons-

efectuado por las cosechas.

El agua del suelo en cantidad proporcionada y sin que aparezca estacionada, cargada con (CO₂), es un medio de cuantía en los procesos de simplificación en virtud de que la mayoría de los constituyentes se hacen de fácil asimilación.

En determinados casos el laboreo puede conservar la humedad, creando una capa de suelo seca que los ingleses denominan "Mulch"; en algunos casos se puede crear el "Mulch" artificial haciendo uso de paja o papel. Estos sistemas artificiales tienen bastante uso en Estados Unidos con el fin de controlar la humedad.

El control de las malezas mediante las prácticas de labranza contribuye a la mejora física ocasionando el equilibrio de la aireación, condiciones que además tratan de controlar el desarrollo de la vegetación nociva. Una fase del manejo del suelo es en ciertos casos, el control de las enfermedades de las plantas como también de los insectos. Muchos insectos y organismos causantes de enfermedades criptogámicas desarrollan una parte de su ciclo evolutivo en el suelo; el laboreo continuo de éste, en combinación con las drogas que se emplean para su exterminio, puede afectar considerablemente la virulencia, controlando en mucha parte las enfermedades. El continuo mullido que deja en la corteza terrestre el arado, atenúa la actividad de las larvas trozadoras de las raíces y facilita el entrapado de la droga en el caso de la aplicación correspondiente.

Los procesos biológicos son estimulados por el suministro de nitrógeno, ácido fosfórico, potasa y cal. Si alguno de dichos elementos faltare debe ser agregado inmediatamente. El abono orgánico, en combinación con la cal, pero teniendo en cuenta los estados en que presenta incompatibilidad la mezcla, es magnífico para tales fines.

Cantidad de abono por cuadra

La cantidad de abono para emplear debe ser determinada tan pronto como se tenga un conocimiento de las

cantidades de nitrógeno, fosfórico y potasa que consume el vegetal para dar una cosecha equitativa.

Los datos estadísticos indican que una cosecha de papa de 8.000 kilos por hectárea, en Colombia, extrae del suelo los siguientes elementos, en las siguientes cantidades:

Nitrógeno	39 kilos
Fosfórico	18 "
Potasa	59 "

Tenemos ahora, que la fórmula mixta anotada atrás, contiene los siguientes porcentajes de estos elementos:

Nitrógeno	8,5 %
Fosfórico	30,95%
Potasa	50 %

Entonces se hacen los siguientes cálculos: la papa necesita 39 kilos de nitrógeno para producir la cosecha anotada y como los 1.000 kilos de la fórmula mixta contienen 8,5% de ese elemento, basta dividir a 39, por 8,5, lo que da un cociente de 4,588. Esta cifra se considera como el cociente de nitrógeno. Quiere decir que 4,588 es el número de veces que se deben aplicar los 1.000 kilos de abono mixto por hectárea o sea 4.588 kilos. Para cuadra cuadrada de 6.400 metros cuadrados, la cantidad a aplicar sería la de 2.936 kilos.

Existen infinidad de factores que seguramente afectarán en una u otra forma los rendimientos, aumentando o disminuyendo el efecto asimilativo del abono. Ocurre el caso de que por falta de conocimientos la aplicación de abonos tenga sus fracasos, elevando el costo de producción sin haber logrado algún aumento en la cosecha. Estriba en dicho caso el secreto del éxito en la abonadura, siendo necesario el conocimiento de la composición físico-química del lote que se desea abonar. La reacción o P. H. (acidez) debe tenerse muy en cuenta, si bien es cierto que su efecto tiene una acción sumamente marcada en la solubilidad de los elementos químicos.

En verdad, el termómetro mejor para dictaminar sobre la materia discutida, es aquél que da el análisis,

bien sea cuantitativo o cacoscópico. Si los elementos simples, tales como el nitrógeno, fósforo y la potasa ocasionan aumentos en el rendimiento, con mayor razón lo ocasionarán los mismos elementos, pero en una fórmula completa y equilibrada.

Es muy importante tener presente que en el primer mes, la papa se alimenta del tubérculo; en el segundo, parte del tubérculo y parte del suelo; del tercer mes en adelante se alimenta definitivamente del suelo. De tal suerte, que si se tratare de una aplicación del abono químico, que tiene un poder asimilativo inmediato, el vegetal aludido se debe abonar un poco después del primer mes y medio de sembrada la semilla.

Si se tratare de aplicar una mezcla orgánico-mineral, como en el caso de la mezcla mixta, la aplicación se hará con anterioridad de 15 días a la siembra, para que a los dos y medio meses que empieza a ser aprovechado por la planta, se hayan verificado las debidas transformaciones, simplificaciones, etc., de los elementos componentes.

Las mezclas que llevan fósforo, potasa y cal, producen rendimientos un poco inferiores a aquéllas que llevan únicamente el nitrógeno, el fósforo y la potasa. Se debe ello a que la cal en combinación directa con el fósforo tiene el poder de ocasionar una reacción tendiente a inmovilizar el elemento fosfatado, pues la mezcla forma el fósforo tricálcico de casi ninguna asimilación. En atención a la mencionada circunstancia, el encalado de los suelos en que se piensa abonar con la mezcla mixta debe hacerse con mes y medio a dos meses de anterioridad a fin de que las transformaciones requeridas se operen antes de entrar el fósforo.

El 28 de octubre de 1938, en la hacienda "La Suiza" del doctor Emilio Toro, hice la siembra de cinco lotes de papa, ensayo en pequeña escala, abonando respectivamente con la majada de oveja, cisco de cacao y boñiga, así:

- Primer lote Con majada de oveja
- Segundo lote Con cisco de cacao
- Tercer lote Con cisco de cacao, mas boñiga
en partes iguales.
- Cuarto lote Con boñiga
- Quinto lote Sin abono

La fertilización en el caso presente se llevó a cabo poniendo dos libras, respectivamente, de los fertilizantes amoniacados por cada vegetal. A todo el período vegetativo le tocó un invierno sumamente fuerte, motivo por el cual la lixiviación operó con gran fuerza, ocasionando un coeficiente alto de pérdida del fertilizante por dicho concepto.

El 12 de diciembre de 1938 se practicó visita al cultivo con el propósito de constatar sobre el desarrollo vegetativo, y las observaciones en la mencionada fecha fueron las siguientes:

- Primer lote Magnífica exuberancia, resistencia a la "Gota", tallos gruesos y sistema foliáceo bueno.
- Segundo lote Condiciones similares al anterior, con exuberancia un poco más atenuada.
- Tercer lote pero mejor que aquél en el que
- Cuarto lote Menor apariencia a los anteriores, falta el abono.
- Quinto lote Más raquítico, afección superior de "Fhythophthora" y pulguilla; tallos con menor diámetro y apariencia general inferior.

El 31 de enero de 1939 se efectuó la recolección de la cosecha de los cinco lotes, habiéndose logrado los siguientes resultados:

Primer lote	Producción 4	libras las 5 matas
Segundo lote	" 3	" " " "
Tercer lote	" 2½	" " " "
Cuarto lote	" 2½	" " " "
Quinto lote	" 2	" " " "

Conforme a lo último, en lugar de hacer una abonadura general del lote, conviene hacer la abonadura individual y tendremos entonces, que destinando 2 libras de majada de oveja por mata, el gasto para la cuadra cuadrada

6.400 metros cuadrados o sea de 80 metros por 80 metros:
Area 80 x 80: 6.400 metros²
Distancia 1 metro en cuadro.
Número de surcos 80
Número de matas 80
Cantidad de matas 6.400
Cantidad abono por mata 2 libras.
Total de abono para las 12.800 libras.

