



PRIMER CURSO SOBRE EL CULTIVO
DE FREJOL USANDO LA METODOLOGIA



APRENDER HACIENDO

Marzo - Julio 1984



Pimampiro - Ecuador

ORGANIZADO POR EL PROGRAMA DE LEGUMINOSAS
DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS, INIAP.

AUSPICIADO POR LA ORGANIZACION DE LAS NA-
CIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA
ALIMENTACION, FAO.

DENTRO DEL CONTEXTO DEL PROGRAMA COOPERA-
TIVO SUBREGIONAL DE PRODUCCION DE LEGUMI-
NOSAS ALIMENTICIAS DE LOS PAISES DEL
GRUPO ANDINO.

CAPITULO I

GENERALIDADES

INTRODUCCION

El cultivo de fréjol en el Ecuador, tiene una serie de limitantes que inciden directamente en la producción. Entre ellas, el desconocimiento por parte de agricultores y extensionistas de nuevas prácticas de cultivo, medidas de control de plagas y enfermedades, prácticas de fertilización, utilización de nuevas variedades, etc., hacen que sea necesaria su difusión por un canal diferente al que normalmente utiliza la extensión agrícola. Entre estos canales se encuentran los Programas de Investigación en Producción que trabajan directamente y en estrecha colaboración con el agricultor más necesitado y con sus sistemas de producción. Otra alternativa es el curso "APRENDER HACIENDO" el cual involucra la acción conjunta de investigadores como generadores de la tecnología agrícola a transferir y que actúan como profesores, los extensionistas que se capacitan y actúan como agentes multiplicadores de esa tecnología y los agricultores que actúan como alumnos y serán los usuarios de la tecnología dada por los investigadores, pero que a la vez, por su experiencia personal aportarán con ella tanto en las clases teóricas, como en las prácticas de campo.

En el Ecuador, a raíz de la conformación del Programa Cooperativo Subregional de Producción de Leguminosas Alimenticias de los Países del Grupo Andino (Marzo de 1983), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), patrocinó la realización del "Primer Curso sobre el Cultivo de Fréjol utilizando la metodología Aprender Haciendo". El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), fue el organismo encargado de la coordinación y realización del Curso.

Para efectuar el curso se escogió el Cantón Pinampiro, por presentar condiciones apropiadas tanto para el cultivo de esta leguminosa, como por la predisposición de los agricultores hacia el cultivo de fréjol, que es el principal en la zona y hacia el cambio tecnológico.

OBJETIVOS

1. Transferir la tecnología existente en INIAP sobre el cultivo de fréjol.
2. Establecer un intercambio de experiencias entre investigadores, extensionistas y agricultores dedicados al cultivo de fréjol.
3. Analizar diferentes alternativas tecnológicas relacionadas con la problemática del cultivo de fréjol.

ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DEL CURSO

El programa, así como el funcionamiento de las actividades desarrolladas fue responsabilidad del Programa de Leguminosas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. La coordinación estuvo a cargo del Ingeniero Agrónomo Cristóbal Villasis, Jefe de dicho Programa.

El curso se desarrolló en base a una siembra demostrativa y siete sesiones teórico-prácticas de acuerdo al desarrollo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha del mismo.

La siembra demostrativa se realizó en un terreno de aproximadamente 2500 m² de propiedad del Señor Jorge Aguirre, localizado en la parroquia Pinampiro, cantón Pinampiro, provincia de Imbabura, a una altitud de 2000 m y distante 185 km al Norte de la ciudad de Quito.

Las clases teóricas se efectuaron en las aulas del Colegio Nacional Pinampiro, cedidas gentilmente por el Señor Homero Flores, Rector de dicho establecimiento.

EL USO DE ABONOS ORGANICOS E INORGANICOS EN LA PRODUCCION DE CULTIVOS ^{1/}

Washington Padilla ^{2/}

Las plantas no necesitan de la materia orgánica para crecer y reproducirse, pero ellas producen más eficientemente cuando esta materia orgánica está presente en el suelo. El hombre y los animales necesitan de la materia orgánica para todas sus funciones vitales.

Hace doscientos o trescientos años, científicos en el mundo trataron de descubrir el principio de cómo las plantas crecen. Algunos filósofos explicaron el desarrollo de las plantas como un principio de traslado o traspaso de materia de las plantas muertas hacia las plantas vivas. A ésta se la denominó la teoría de humus de la nutrición de la planta. Más tarde se descubrió que las plantas crecen tomando nutrientes inorgánicos, lo cual invalidó la teoría del humus.

COMO LAS PLANTAS TOMAN LOS NUTRIENTES

La absorción de los nutrientes y del agua en las plantas son independientes uno del otro. Los nutrientes, contrario a la creencia popular, no son absorbidos con el agua al igual que un estilógrafo absorbe la tinta. Los elementos nutricionales entran a la raíz de las plantas principalmente como iones, una forma modificada de los elementos con una carga eléctrica. Debajo de la pared celular de las plantas, existe una barrera que controla el movimiento de los materiales en las dos direcciones, de afuera hacia adentro o viceversa. Por ejemplo, un ión de carga positiva, tal el caso de potasio puede

^{1/} Trabajo presentado en el "Curso sobre el cultivo de fréjol, utilizando la metodología Aprender Haciendo" FAO/INIAP, dictado para agricultores.

^{2/} Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Jefe del Departamento de Suelos y Fertilizantes. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Apartado 340, Quito-Ecuador.

moverse en una serie de pasos, probablemente en contacto con varias enzimas que sirven como transportadores; un ión de hidrógeno, también positivamente cargado, se mueve hacia afuera simultáneamente. El intercambio de un ión positivo por otro mantiene la neutralidad o balanceamiento eléctrico necesario. El conocimiento de la teoría del transporte iónico y el concepto del transportador, invalidaron completamente la teoría del humus.

La falta de información sobre cómo toman las plantas los nutrientes, ha dado origen a conceptos errados como el de la agricultura orgánica o la producción orgánica de alimentos. Para todos los propósitos, los nutrientes entran a las plantas solamente en una forma, ésta es la forma inorgánica. No importa si los nutrientes vienen originalmente de fuentes orgánicas o inorgánicas.

MINERALIZACION E INMOVILIZACION

La mineralización e inmovilización son conceptos antagónicos. La mineralización es la transformación microbial de un elemento de la forma orgánica a su forma inorgánica; por ejemplo, la conversión del nitrógeno que está en forma proteica a carbonato de amonio $[(NH_4)2CO_3]$.

Por otro lado, inmovilización es la conversión de un elemento mineral o radical de la forma inorgánica a la orgánica, por la acción de micro o macro organismos. Un ejemplo es la toma de amonio NH_4^+ o nitratos NO_3^- por la planta o un microbio y su transformación a proteínas. El nitrógeno en estas proteínas será nuevamente mineralizado para contribuir substancialmente como nitrógeno para el crecimiento de las plantas.

La descomposición de la materia orgánica es un proceso de digestión causado por bacterias, hongos y actinomicetos. Estos organismos actúan mejor cuando existe oxígeno suficiente. Los productos de este proceso de digestión son humus, energía (calor), dióxido de carbono y agua. Los materiales orgánicos resistentes a la descomposición persisten en el suelo y se acumulan como humus, el mismo que es excelente para mejorar las condiciones tanto físicas como químicas.

Quando residuos frescos de cultivos se añaden al suelo, el nitrógeno en los residuos puede ser descompuesto y mineralizado por microbios y pronto llega a ser disponible para el crecimiento de nuevas plantas, o el nitrógeno puede ser inmovilizado (no descompuesto) y por lo tanto no disponible para las plantas.

Asumiendo que todos los otros factores que influyen la descomposición microbiana están presentes en cantidades óptimas (tales como temperatura y humedad), el factor limitante en el proceso de inmovilización puede ser la relación carbón:nitrógeno (C/N) en el material residual de las plantas.

En suelos cultivables cuando la relación carbón:nitrógeno de un residuo orgánico fresco es de aproximadamente 30:1, el amonio (NH_4^+) y los nitratos (NO_3^-) pueden ser libertados para las plantas por el proceso de mineralización o puede ser inmovilizado debido a la resistencia que presentan los residuos al ataque de los microorganismos. A este punto, es decir con una relación de carbón:nitrógeno de 30:1, la humedad o temperatura del suelo pueden determinar la dirección de la mineralización/inmovilización y su velocidad.

Residuos orgánicos con una relación C/N muy amplia, tal el caso de los tallos de maíz (40:1) o de la paja de cereales de grano pequeño (80:1) deben obligadamente recibir adiciones de fertilizante nitrogenado para prevenir deficiencias de nitrógeno si otro cultivo es sembrado poco después de la incorporación de estos residuos al suelo.

Residuos orgánicos con una relación C/N estrecha, tal el caso de tréboles (20:1), alfalfa (13:1), pueden ser incorporados en el suelo o dejados sobre la superficie del mismo e inmediatamente proceder a la siembra de otro cultivo sin causar deficiencias de nitrógeno.

CUADRO 1. COMPOSICION APROXIMADA DE CARBON ORGANICO, NITROGENO Y LA RELACION C/N DE MATERIALES ORGANICOS MAS COMUNES.

MATERIAL ORGANICO	CARBON ORGANICO (C) %	NITROGENO TOTAL (N) %	RELACION C/N
Residuos de Alfalfa (joven)	40	3	13:1
Tréboles (maduros)	40	2	20:1
Pasto Azul	40	1.3	30:1
Tallos de maíz	40	1	40:1
Paja de cereales	40	0.5	80:1
Majada de vacuno	15	0.5	30:1

FUENTE: FOLLETT, R. H. et al. FERTILIZANTES Y ENMIENDAS DEL SUELO. 1981.

Qué sucede cuando alfalfa o paja de cereales son incorporados en el suelo? El nitrógeno disponible no decrece sino que al contrario, se incrementa en forma inmediata cuando alfalfa se incorpora al suelo. Esto significa que un siguiente cultivo puede ser sembrado inmediatamente después de que la alfalfa ha sido incorporada en el suelo.

Al contrario, el nitrógeno disponible decrece cuando paja de cereal se incorpora al suelo. Es aconsejable sembrar el siguiente cultivo por lo menos un mes o mes y medio después de la incorporación de la paja aunque esto depende de la temperatura y de la humedad reinante en el ambiente.

Los abonos orgánicos que se incorporan al suelo, a más de los elementos carbono y nitrógeno, contienen otros elementos químicos que son requeridos por las plantas para su alimentación. Las cantidades de

estos elementos presentes en los abonos orgánicos es muy pequeña si se las compara con las cantidades que se encuentran en los fertilizantes inorgánicos. Por tal razón se necesita incorporar algunas toneladas de abonos orgánicos si se desea obtener los mismos rendimientos con solo pocos quintales de fertilizante inorgánico por hectárea.

En el Cuadro 2 se presenta el contenido de nutrientes de algunos abonos orgánicos.

CUADRO 2. CONTENIDO NUTRICIONAL DE ALGUNOS ABONOS ORGANICOS.*

MATERIAL	% DE MATERIA SECA		
	NITROGENO	POSFORO	POTASIO
Paja de cereales	0,4 - 0,8	0,2 - 0,3	0,5 - 1,1
Rastrojo de leguminosas.	1,2 - 2,0	0,3 - 0,4	0,6 - 1,8
Hojas secas	0,8 - 1,4	0,2 - 0,3	0,2 - 0,4
Desperdicios de cocina.	2,5	3,0	1,0
Estiércol de caballo (seco).	2,0	1,5	1,5
Estiércol de vacuno (seco).	2,0	1,5	2,0
Gallinaza seca	5,0	3,0	1,5
Ceniza de leña comercial.	-	2,0	5,0
Compost Nacional	0,58	0,72	1,27

* Jacob, A. y Vexkull, H. V. 1961. Fertilización y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Amsterdam.

A pesar del relativo bajo contenido de nutrimentos de los abonos orgánicos, es indudable su valor benéfico, luego de que con la ayuda de microorganismos son transformados en el suelo para contribuir en los siguientes aspectos:

1. Servir como principal sitio de almacenamiento de los nutrimentos necesarios para el crecimiento de las plantas, tal el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, boratos, molibdatos y cloruros.
2. Incrementar la capacidad de intercambio de cationes en el suelo en una magnitud de 5 a 10 veces más que la de arcillas.
3. Servir como un amortiguador del suelo contra los rápidos cambios de acidez, alcalinidad, salinidad, pesticidas y metales tóxicos pesados.
4. Proteger la superficie del suelo contra los procesos erosivos causados por el agua y el viento por la reducción del impacto de las gotas de lluvia sobre los terrones o agregados, incrementando la infiltración, reduciendo el escurrimiento superficial, incrementando el poder de retención del agua en el suelo, e incrementando la humedad en la superficie del suelo.
5. Suplir alimento para organismos benéficos del suelo, tal el caso de la lombriz de tierra, bacterias fijadoras de nitrógeno.
6. Reducir cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
7. Decrecer la formación de costras superficiales en el suelo reduciendo la acción dispersante de las gotas de lluvia sobre el suelo.
8. Suplir a las plantas en crecimiento, a medida que los residuos orgánicos se descomponen, de cantidades pequeñas de todos los elementos esenciales, generalmente a tiempo y en armonía con las necesidades de las plantas.
9. Decrecer la densidad aparente del suelo y aumentar infiltración y poder de retención del agua en el suelo.

10. Mejorar las condiciones físicas del suelo con la formación de agregados, lo que permite un mejor crecimiento radicular.

ABONOS ORGANICOS VS. FERTILIZANTES INORGANICOS

Según lo que se ha leído en párrafos anteriores de este artículo, la materia orgánica incorporada al suelo en forma de abonos orgánicos, contiene los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, además que proporciona muchos beneficios para mejorar las condiciones físicas de los suelos. De todo esto, puede nacer una pregunta muy lógica - ¿Por qué no usar abonos orgánicos, los cuales podrían proporcionar doble beneficio? La respuesta sería:

En tanto los abonos orgánicos cuesten menos que los fertilizantes inorgánicos, por la cantidad de nutrientes en ellos involucrados aún existen algunas objeciones en el uso de abonos orgánicos y estas podrían ser las siguientes.

1. Si bien es cierto que el estiércol de animales tiene un costo bastante bajo, el costo por la aplicación de los mismos puede ser alto y muchas veces antieconómico.
2. Para suplir cantidades suficientes de nutrientes, es necesario aplicar por lo menos de 10 a 20 toneladas de estiércol de animales al suelo, lo cual representa una inversión bastante alta.
3. Los abonos orgánicos, necesitan suficiente tiempo para descomponerse para ceder los nutrientes a las plantas.
4. Cuando los abonos orgánicos se comparan con los fertilizantes inorgánicos en iguales cantidades de nutrientes aplicados, los resultados en el rendimiento de los cultivos son los mismos, con la única atenuante de que con los fertilizantes inorgánicos se requieren pocos quintales, mientras que con los orgánicos se requieren varias toneladas.

Por otra parte, es necesario aclarar que los fertilizantes inorgánicos u orgánicos no actúan como estimulantes del suelo sino como verdaderos alimentos para las plantas que requieren de ellos. Quizás un buen ejemplo de estimulantes en producción de plantas podrían ser los reguladores de crecimiento u hormonas, pero éstos no son fertilizantes.

Además existe una creencia general entre los agricultores, de que cuando se adiciona fertilizante, principalmente inorgánico, el suelo se vuelve adicto a este fertilizante y cuando se deja de adicionarlo, el terreno se vuelve infértil, esto es totalmente falso, el agricultor puede dejar de adicionar fertilizante al suelo cuando él desee, sin esperar ningún perjuicio.

BENEFICIOS DE UN USO APROPIADO DE LOS FERTILIZANTES

Contrario a la opinión popular, el uso de los fertilizantes en ningún momento causa endurecimiento del suelo, baja su productividad o dificulta el trabajo. En efecto, el humus y la materia orgánica de rápida descomposición, puede ser incrementada en el suelo por medio de una adecuada fertilización con fertilizantes inorgánicos.

Suelos que han recibido fertilizantes químicos por decenas de años son en la actualidad los suelos más productivos. Los cultivos bien fertilizados producen residuos que ayudan a que el suelo sea más friable, arable y acumulador de mayor cantidad de agua. Los cultivos bien fertilizados ayudan también a evitar la pérdida del suelo por causas de la erosión tanto hídrica como eólica.

Sin el uso de los fertilizantes, los agricultores están obligados a extender el área de cultivos, haciendo una agricultura más extensiva de la que en realidad se requiere para obtener la misma cantidad de alimentos por unidad de superficie.

Para finalizar la presente discusión, me gustaría indicar que el uso de fertilizantes se ha hecho extremadamente indispensable para la

producción de alimento y de fibras en todo el mundo. Debido a la afortunada introducción de fertilizantes químicos a nuestro país, existe la esperanza de que nuestro pueblo pueda algún día ser adecuadamente alimentado.

En 1798, Tomas Malthus escribió su famosa predicción sobre la población mundial, él notó que la población crecía más rápido que la producción de alimentos y por lo tanto él predijo que la población a nivel mundial moriría de hambre, al igual que los animales silvestres en una área sobrepoblada. Pero él en ese entonces no fue capaz de entender que el desarrollo de la tecnología agrícola se incrementaría tanto y que con la ayuda de la mecanización, variedades mejoradas, pesticidas y el uso de FERTILIZANTES, se podría sobreponer a este grave problema.

Amigo agricultor, el uso de los fertilizantes es una gran ayuda para que su terreno pueda producir más y mejor, úselos adecuadamente.