

5° Seminario Puebla

La nutrición de maíz en los Valles Altos

DR. ENGELBERTO SANDOVAL CASTRO
PROFESOR INVESTIGADOR TITULAR
DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS
CAMPUS PUEBLA



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



NUTRICIÓN VEGETAL



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Junto con la reproducción y la capacidad de relacionarse, la nutrición es una de las características inherentes de los seres vivos. Cualquier ser vivo, por su actividad vital (crecimiento, mantenimiento y reproducción) requiere continuos aportes de energía para reponer las pérdidas y pueda funcionar.

A diferencia de los animales, organismos que obtienen su alimento de aquello que ingieren (heterótrofos), las plantas son organismos autótrofos. No todas las células de los vegetales superiores están en contacto con los nutrientes, ni los procesos de difusión son tan rápidos para acercarlos a todas las células. De este modo se presenta una división de trabajo entre sus células con la consiguiente diferenciación morfológica formándose órganos, los cuales se especializan en las distintas funciones.

Mediante la fotosíntesis que usa la luz solar como fuente de energía, las plantas son capaces de sintetizar todas las macromoléculas orgánicas que necesitan, a partir de la modificación de los azúcares que se formaron durante la misma.

Además las plantas deben absorber, para su uso, varios tipos de minerales a través del **sistema radicular**.



FACTORES DEL SISTEMA DE NUTRICIÓN VEGETAL FUNCIONAL

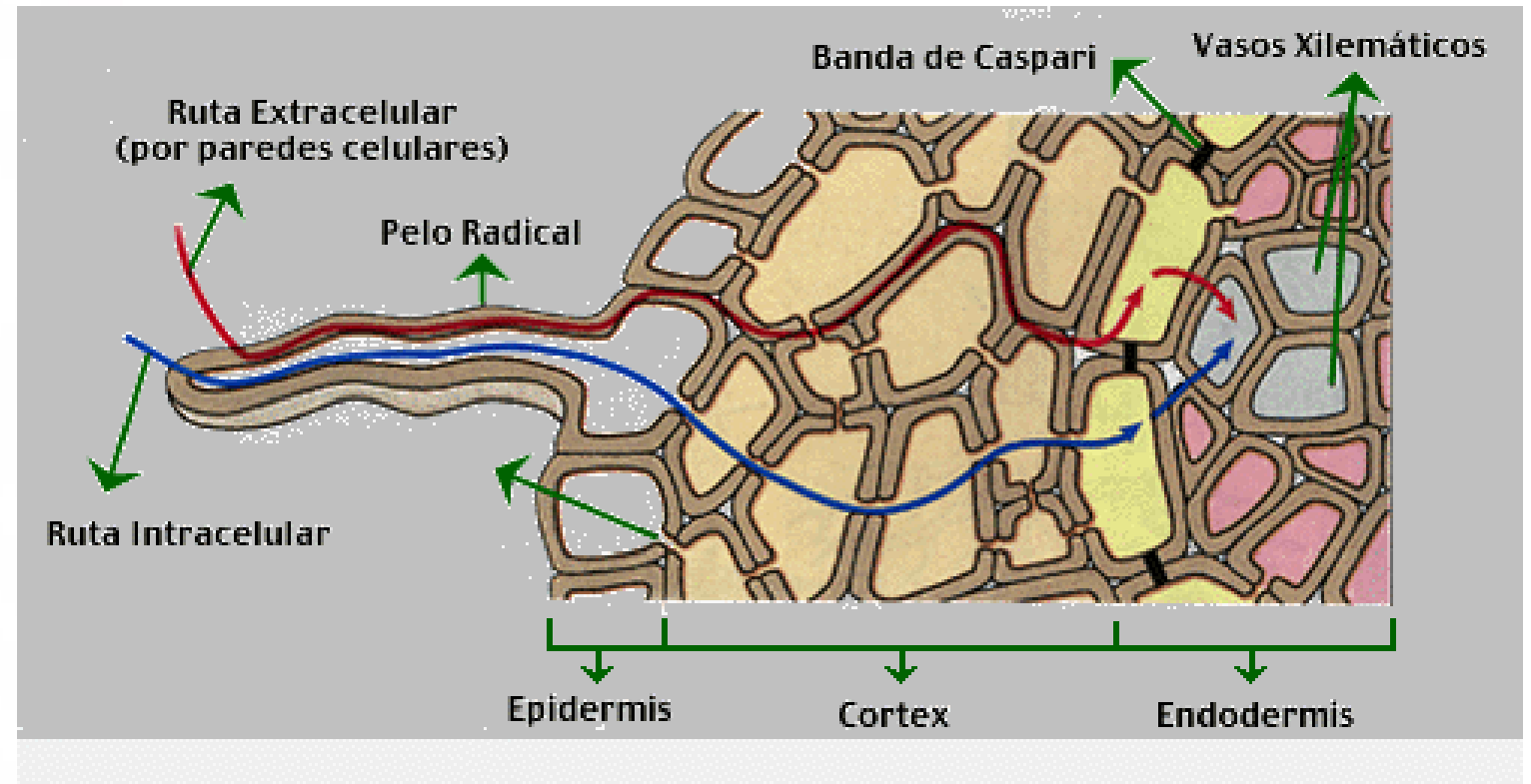


AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



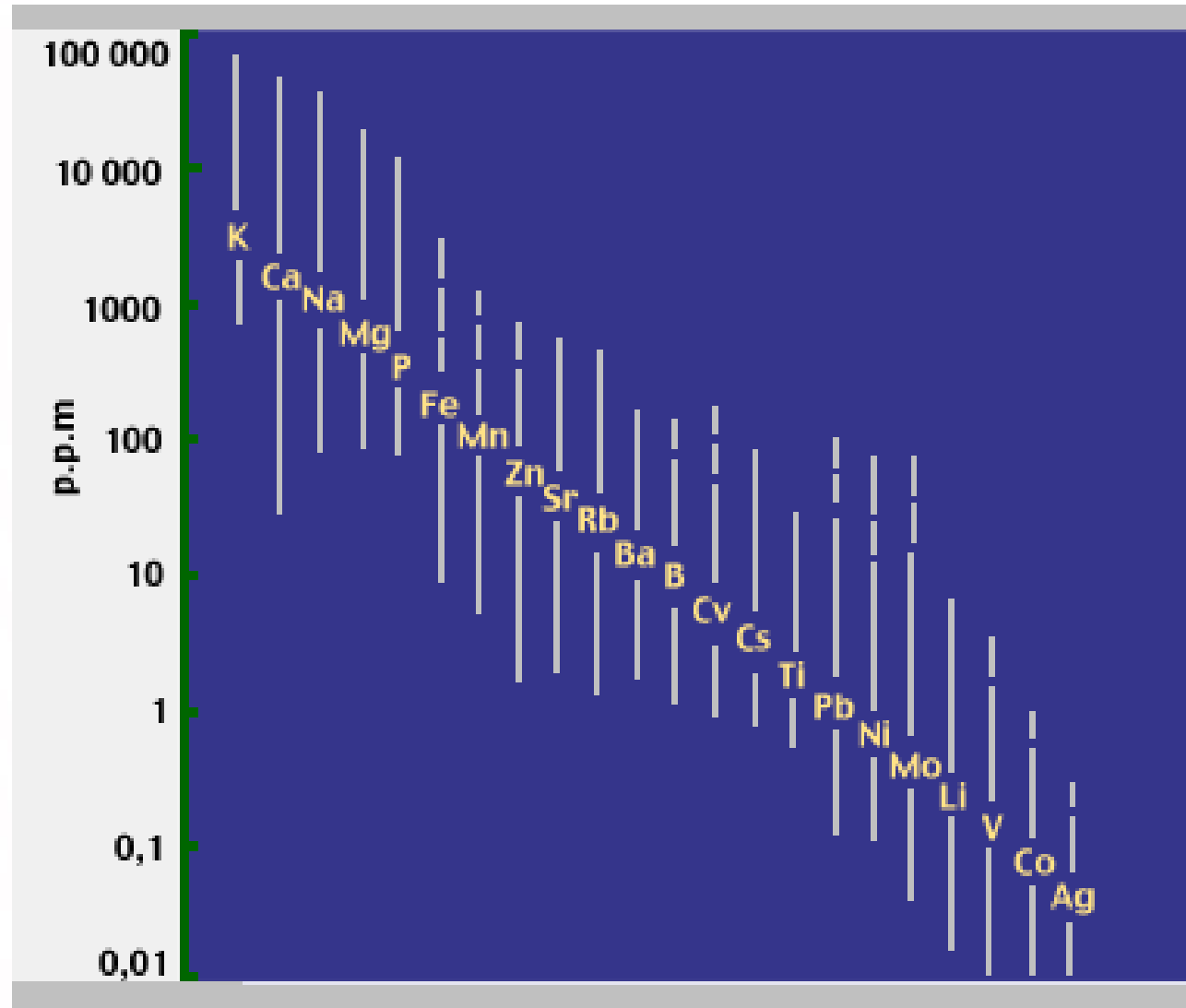


Rutas seguidas por los iones disueltos y por el agua para ingresar a la planta a nivel de la raíz. Las paredes de las células de la Endodermis poseen una sustancia impermeable al agua, que la obliga a entrar al citoplasma.





Concentración de diferentes elementos (en partes por millón) en la materia seca de varias plantas. Las líneas discontinuas indican valores excepcionales



CRITERIOS PARA CONSIDERAR A UN ELEMENTO COMO ESENCIAL



La presencia de elementos en las cenizas de una planta, no es indicador de las necesidades cualitativas y cuantitativas de los distintos elementos químicos para una planta, como ha sido demostrado por Arnon y Stout (1939).

- Una deficiencia del elemento imposibilita que la planta complete la etapa vegetativa o reproductiva de su vida.
- Los síntomas de deficiencia del elemento pueden evitarse o corregirse solamente suministrándole dicho elemento.
- El elemento está directamente relacionado con la nutrición de la planta, completamente aparte de su posible efecto en la corrección de toda alteración microbiológica o química del suelo o medio de cultivo (participar directamente en el metabolismo).

Un elemento es esencial si la planta lo requiere para su desarrollo normal y poder completar así su ciclo vital.



CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ABSORBIDOS POR LAS PLANTAS



ELEMENTO SÍMBOLO FORMA USADAS POR PLANTAS

Elementos no minerales

Carbono	C	CO ₂ (g)
Hidrógeno	H	H ₂ O (l), H ⁺
Oxígeno	O	H ₂ O (l), O ₂ (g)

Elementos minerales

Nutrientes Mayores o Macronutrientes Primarios

Nitrógeno	N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻
Fósforo	P	HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻
Potasio	K	K ⁺

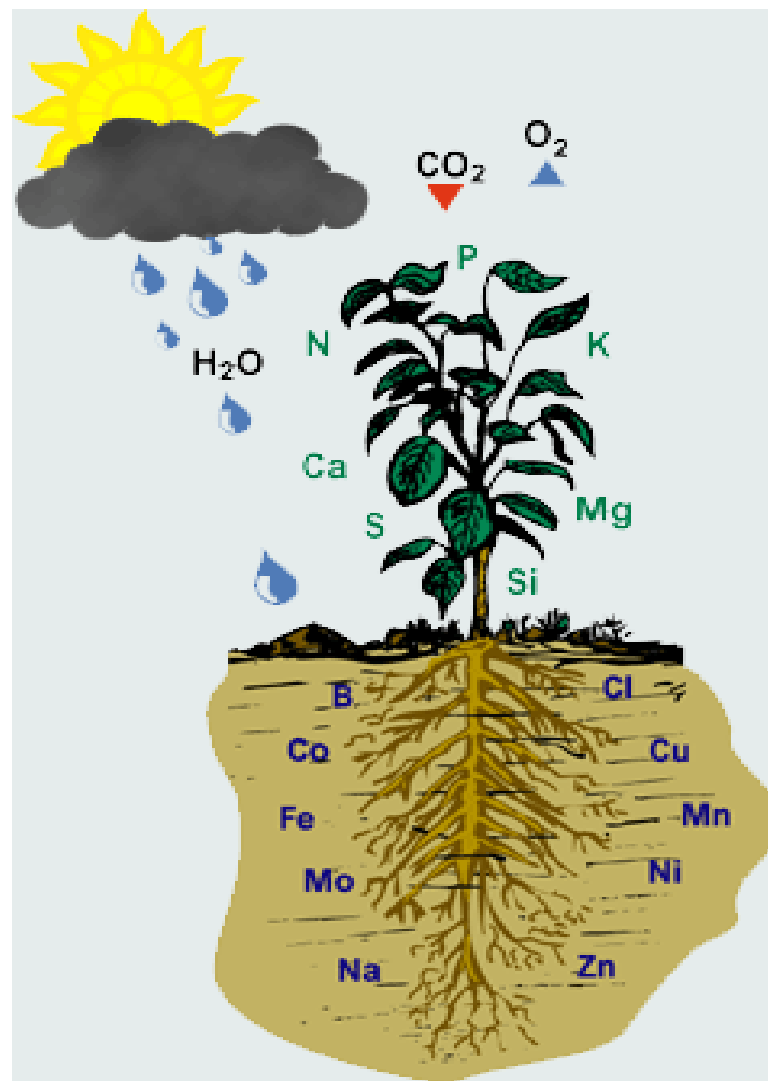
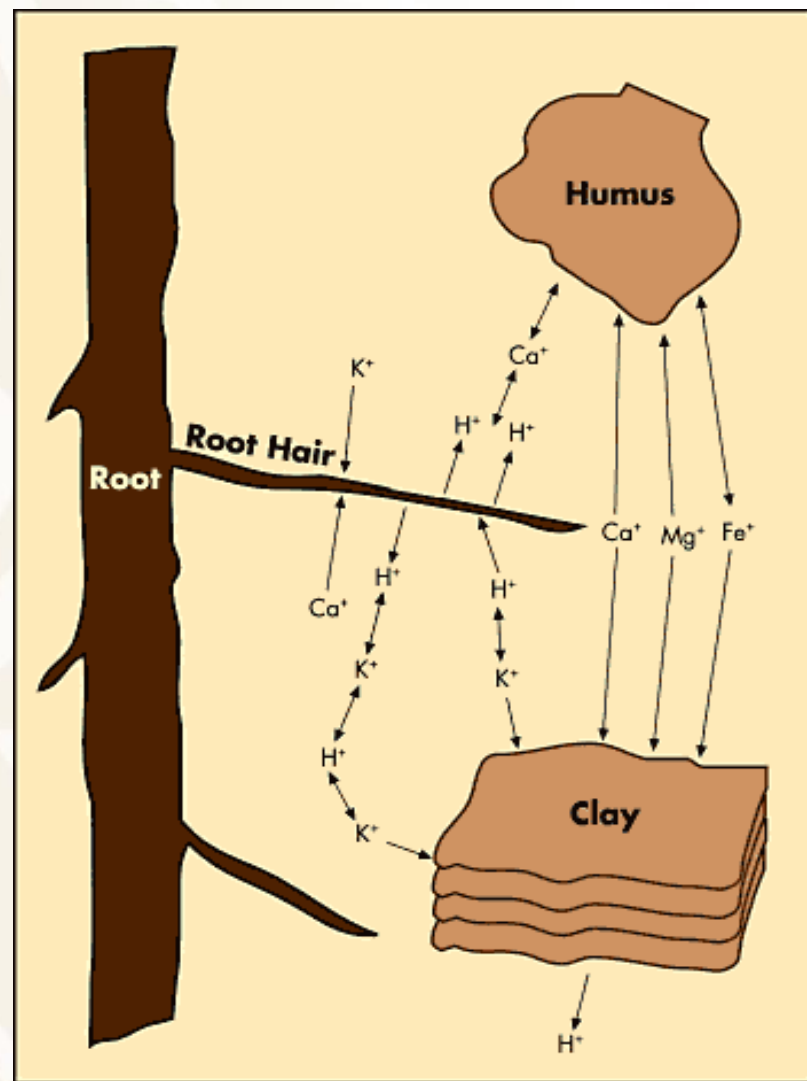
Nutrientes Secundarios o Macronutrientes Secundarios

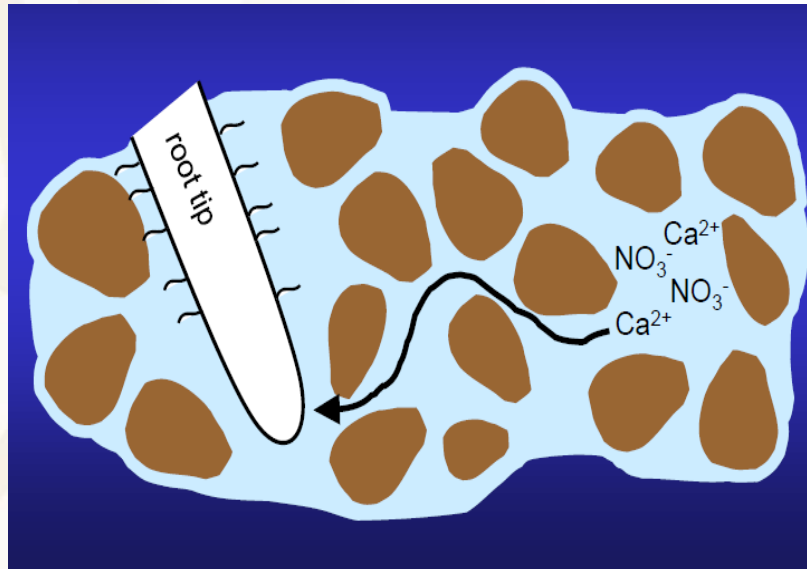
Calcio	Ca	Ca ²⁺
Magnesio	Mg	Mg ²⁺
Azufre	S	SO ₄ ²⁻

Micronutrientes

Hierro	Fe	Fe ³⁺ , Fe ²⁺
Manganeso	Mn	Mn ²⁺
Zinc	Zn	Zn ²⁺
Cobre	Cu	Cu ²⁺
Boro	B	B(OH) ₃ o (Acido bórico)
Molibdeno	Mo	MoO ₄ ²⁻
Cloro	Cl	Cl ⁻
Níquel	Ni	Ni ⁺







Flujo de masa - mover de nutrimentos disueltos en el agua del suelo en la rizósfera que fluye hacia las raíces.

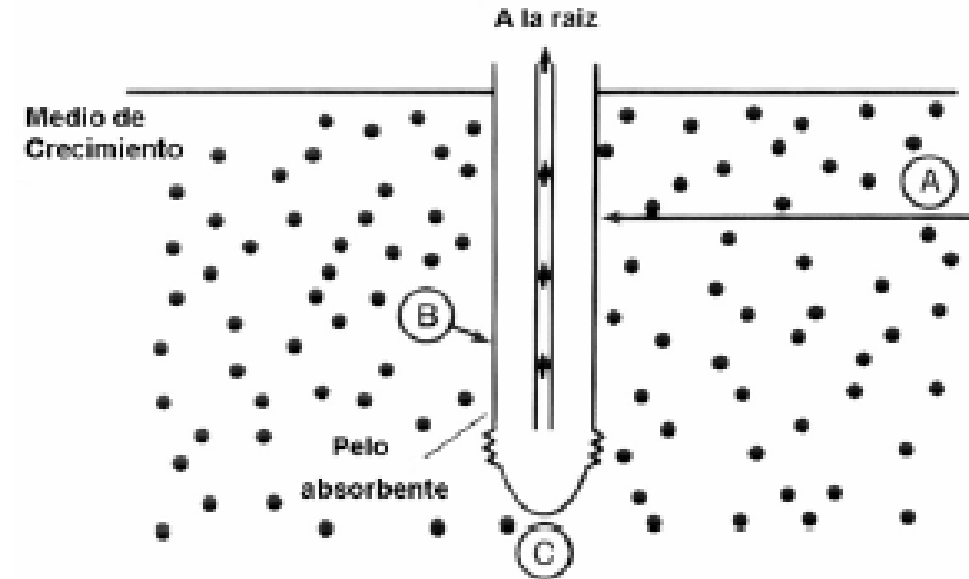
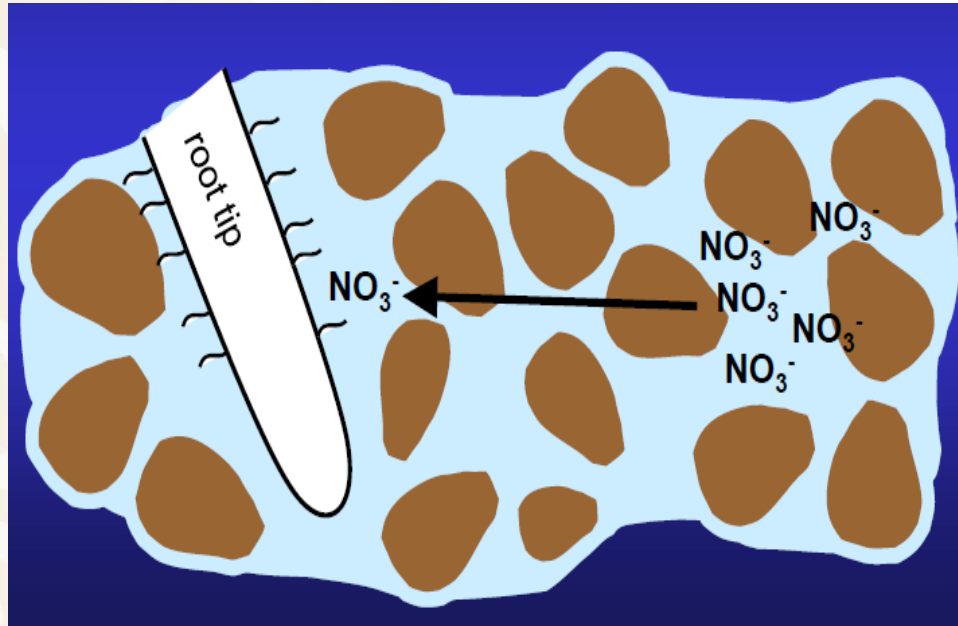
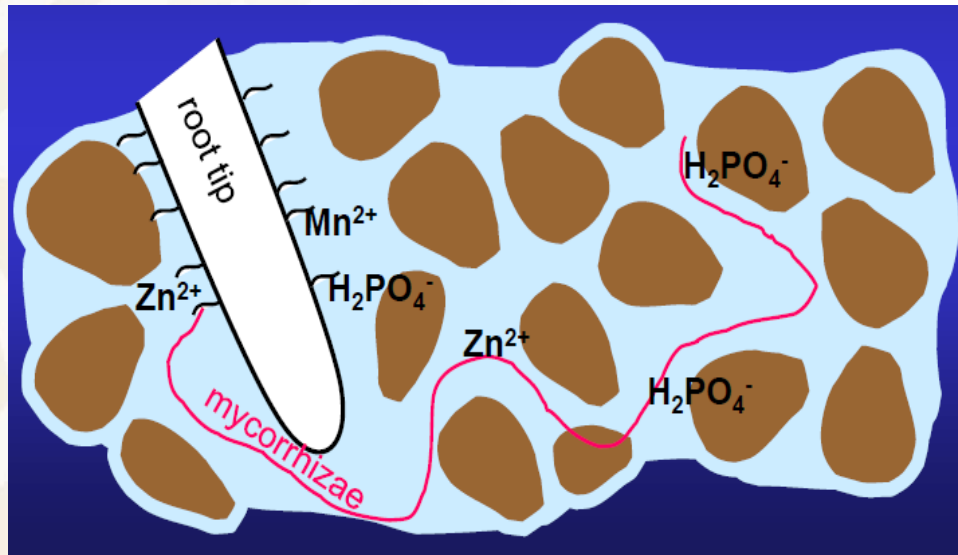


Figura 4.1.2 Las raíces de las plantas pueden acceder a los iones nutrimentos minerales del medio de crecimiento en tres formas: **A-** El flujo de masa durante la absorción transpiracional. **B-** Difusión o absorción activa en la superficie de la raíz. **C-** Extensión de la raíz hacia nuevas áreas en el medio de crecimiento (modificado de Jones, 1983).



Difusión. Movilizar los nutrientes de mayor concentración en la mayor parte de suelo a menor concentración en la raíz.
-En el tiempo que tarda NO_3^- difundir de 1 cm, K^+ difunde 0.2 cm, y $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ difunde 0.02 cm



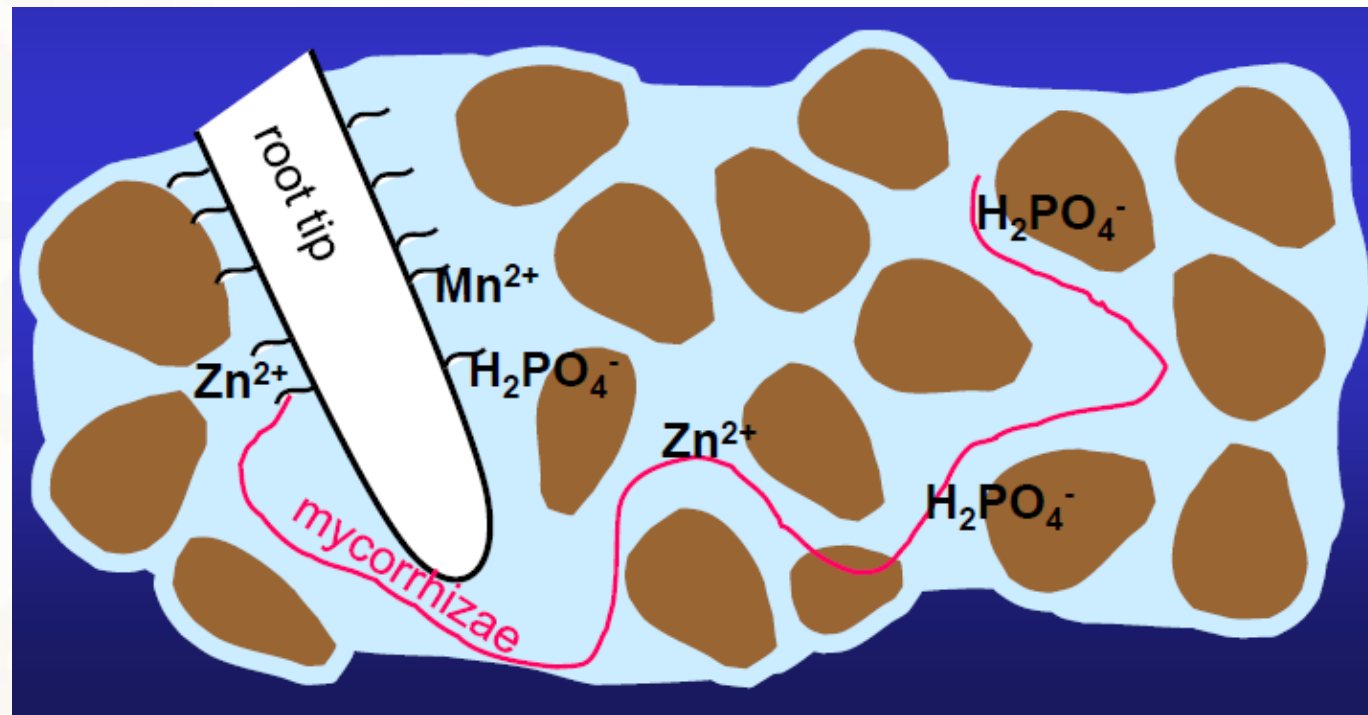
Intercepción de raíz – Las raíces obtienen nutrientes físicamente al ponerse en contacto con los nutrientes en la solución del suelo o en la superficie del suelo:

- en contacto con las raíces ~ 1% del volumen de suelo;
- infección micorrízica de aumento de raíz en contacto con raíz-suelo.



Intercepción de raíz – Las raíces obtienen nutrientes físicamente al ponerse en contacto con los nutrientes en la solución del suelo o en la superficie del suelo:

- en contacto con las raíces ~ 1% del volumen de suelo;
- infección micorrícica de aumento de raíz en contacto con raíz-suelo.





Formas principales en que los iones se mueven desde el suelo a las raíces de maíz

Principal ways in which ions move from soil to the roots of corn

Nutrient	Amount of Nutrient Required for 150 bu/a of Corn (lb/a)	Percentage Supplied by		
		Root Interception	Mass Flow	Diffusion
N	170	1	99	0
P	35	3	6	94
K	175	2	20	78
Ca	35	171	429	0
Mg	40	38	250	0
S	20	5	95	0
Cu	0.1	10	400	0
Zn	0.3	33	33	33
B	0.2	10	350	0
Fe	1.9	11	53	37
Mn	0.3	33	133	0
Mo	0.01	10	200	0

Barber, *Soil Biomechanics*, (1984). Diffusion estimated by difference between total nutrient need and nutrient supply by root interception & mass flow



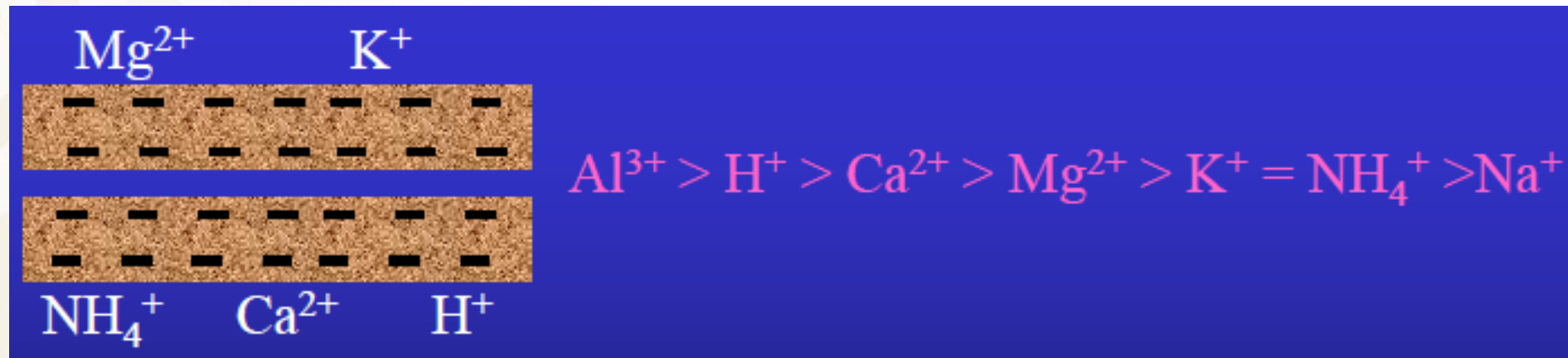
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Cationes - iones con carga positiva, por ejemplo, K^+

CIC - propiedad del suelo

- Capacidad del suelo para retener cationes

Los nutrientes u otros productos químicos (herbicidas)



- Las unidades se miden en **meq/100 g o cmol/kg**

El número es el mismo, independientemente de las unidades



Importancia de la CIC

- Retención de nutrientes
- Control de los niveles de eliminación de residuos
- Control de los niveles de herbicida
- Actuar como tampón
- Disponibilidad de nutrientes

Las propiedades del suelo que afectan a la CIC

- La cantidad de arcilla
- La cantidad de materia orgánica
- pH
- Tipo de arcilla
- Estimado sumando Ca + Mg + K intercambiables





Gama de CIC de distintas texturas de suelo

Textura	CIC (meq/100g)
---------	----------------

Arenas (de color claro)	3-5
Arenas (de color oscuro)	10-20
Migajones	10-15
Migajón limosos	15-25
Arcillas y migajón arcillosos	20-50
Suelos orgánicos	50-100

Havlin *et al.*, 2005





MOVILIDAD DE LOS ELEMENTOS EN EL FLOEMA

MOVILES	INTERMEDIOS	INMOVILES
NITROGENO	HIERRO	CALCIO
FOSFORO	MANGANESO	BORO
POTASIO	COBRE	
MAGNESIO	MOLIBDENO	
AZUFRE		



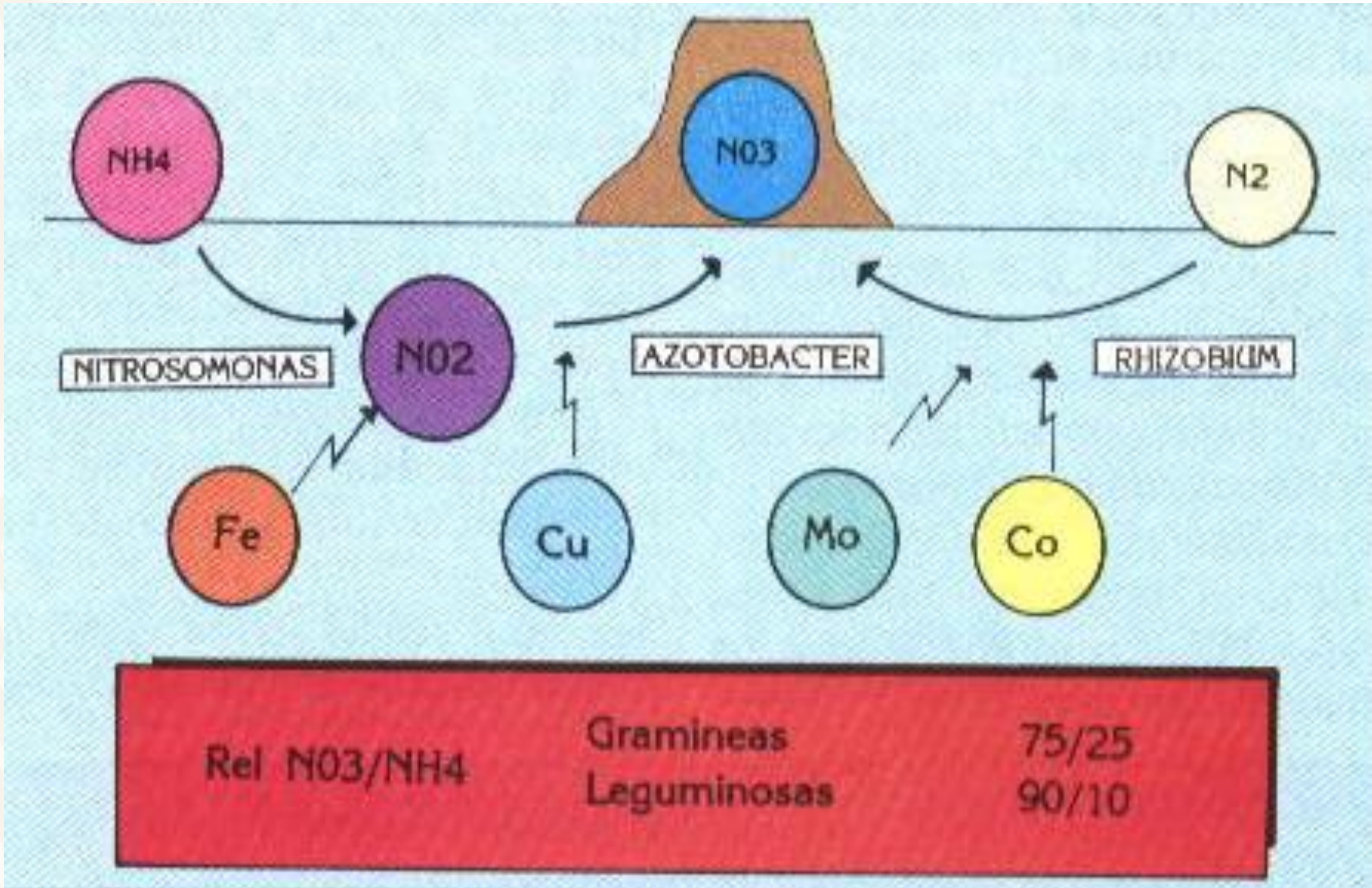


Figura 1: Esquema del proceso de absorción de Fe

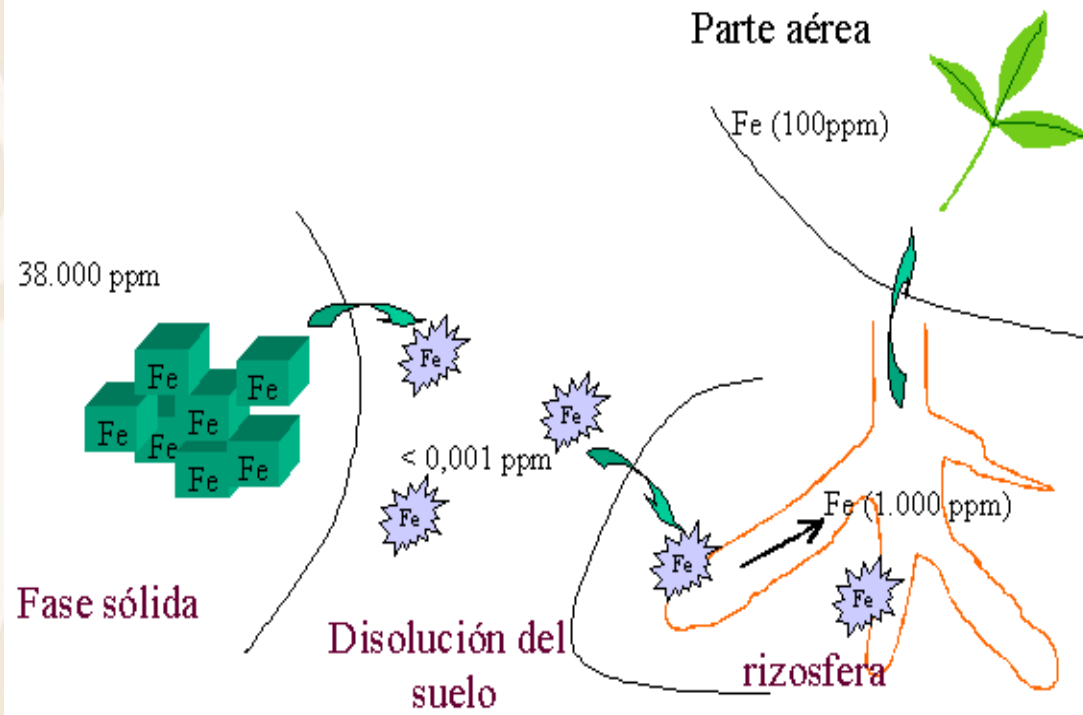
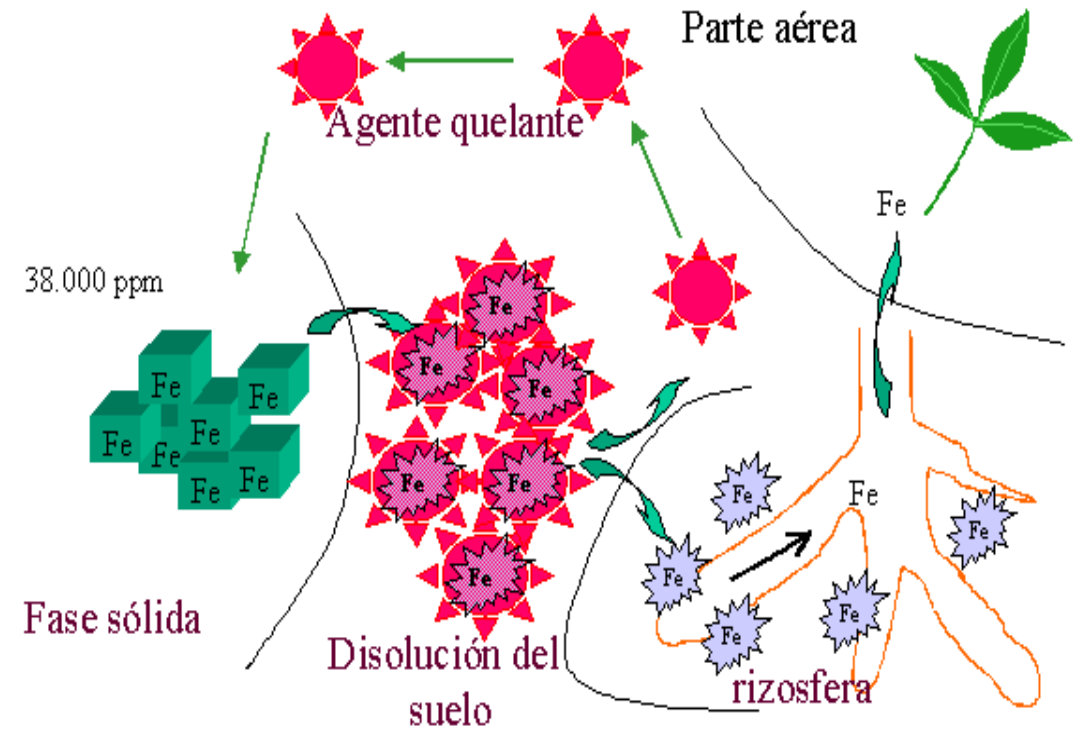


Figura 2: Absorción de Fe en presencia de quelato férrico





COMPOSICION MINERAL DE LAS PLANTAS (% en materia seca)

Elemento	Símbolo	Forma disponible	ppm	%
Hidrógeno	H	H ₂ O	60,000	6.00
Carbono	C	CO ₂	450,000	44.00
Oxígeno	O	O ₂ , H ₂ O	450,000	44.00
Nitrógeno	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	25,000	2.5
Potasio	K	K ⁺	20,000	2.0
Calcio	Ca	Ca ²⁺	5,000	0.5
Magnesio	Mg	Mg ²⁺	2,000	0.2
Fósforo	P	H ₂ PO ₄ ⁻	2,000	0.2
Azufre	S	SO ₄ ²⁻	1,000	0.1
Cloro	CL	CL	100	0.01
Hierro	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	100	0.01
Manganeso	Mn	Mn ²⁺	50	0.005
Boro	B	H ₂ BO ₃	40	0.004
Zinc	Zn	Zn ²⁺	30	0.003
Cobre	Cu	Cu ²⁺	6	0.0006
Molibdeno	Mo	MoO ₄ ²⁻	0.3	0.00003





Absorción aproximada de N, P₂O₅, K₂O, Mg y S por toda la parte aérea (frutos, hojas, tallos, semillas) de la planta según un rendimiento dado.

CULTIVO/CROP		P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mg (kg/ha)	S (kg/ha)
Maíz 12 t/ha	298	128	298	73	37
Frijol soya 3.9 t/ha	353	65	230	27	22
Trigo 5.3 t/ha	186	60	206	19	22
Cacahuete 4.4 t/ha	269	44	207	28	23
Arroz 7.8 t/ha	125	67	188	16	13
Girasol 3.3 t/ha	169	67	123	40	16
Jitomate 99 t/ha	260	97	519	40	60
Pimiento 22.5 t/ha	153	58	243	48	n.d.
Pepino 25 t/ha	101	31	195	28	n.d.
Melón 22 t/ha	73	23	131	13	n.d.
Piña 44 t/ha	171	140	668	72	16
Uva 30 t/ha	114	39	175	20	n.d.
Naranja 67.5 t/ha	297	62	370	43	31



Absorción aproximada de N, P₂O₅, K₂O, Mg y S por toda la parte aérea (frutos, hojas, tallos, semillas) de la planta según un rendimiento dado.

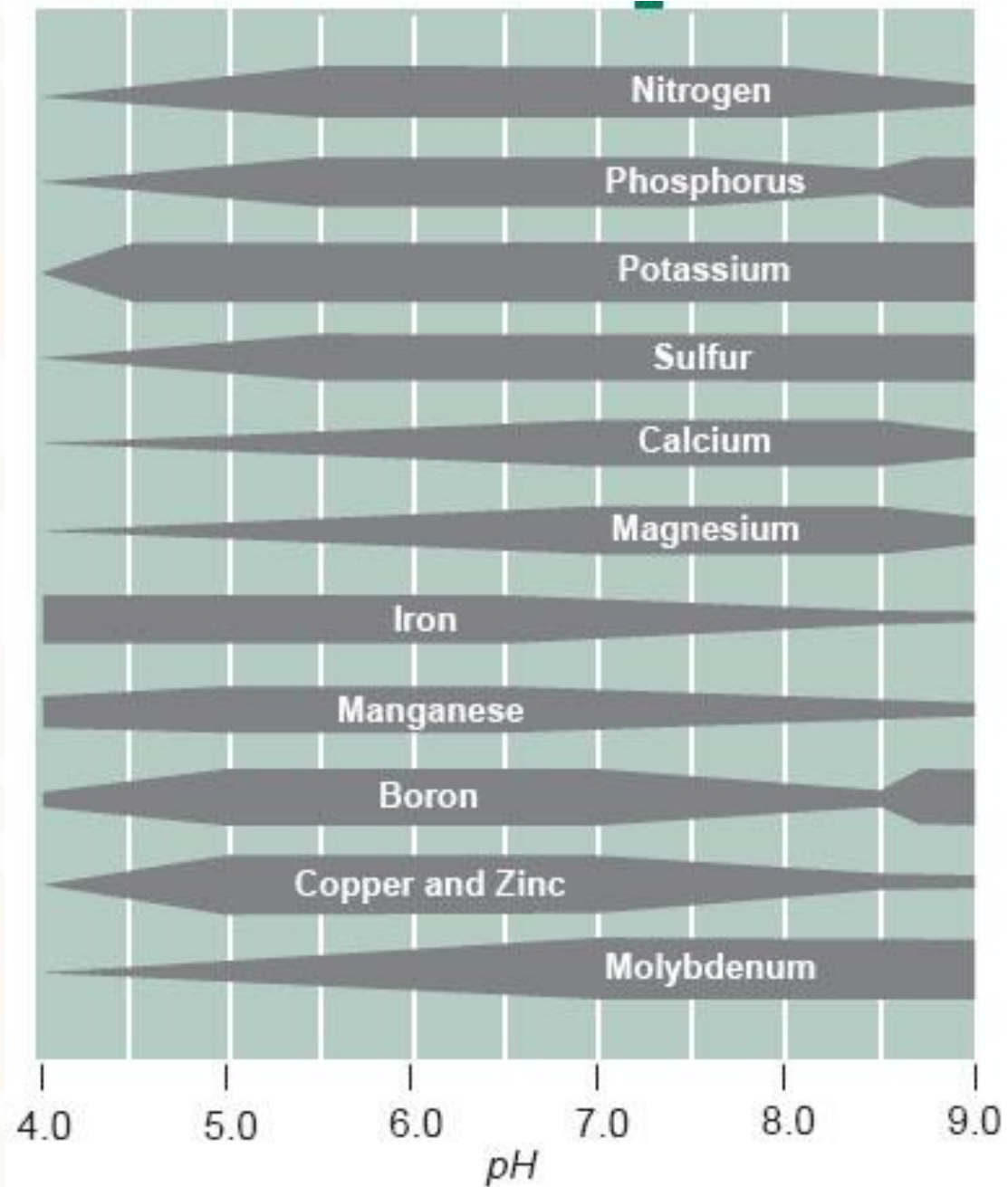


AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



CULTIVO/CROP	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mg (kg/ha)	S (kg/ha)
Manzana 31 t/ha	112	57	202	27	n.d.
Durazno 31.7 t/ha	106	45	134	25	n.d.
Cacao 992 kg/ha	466	121	821	133	n.d.
Plátano 2,900 plantas/ha	448	448	1681	175	n.d.
Coco 29,000/ha	108	35	231	14	9
Ejote 10 t/ha	155	37	183	19	n.d.
Betabel 62.5 t/ha	403	48	650	116	46
Lechuga 50 t/ha	101	34	207	n.d.	n.d.
Apio 185 t/ha	314	185	840	n.d.	n.d.
Chíncharo 3.1 t/ha	184	39	118	20	11
Papa 62 t/ha	301	101	612	56	25
Camote 24 t/ha	115	45	235	12	n.d.
Col 88 t/ha	302	71	279	40	72
Maíz dulce 11 t/ha	157	53	152	22	12
Cebolla 75 t/ha	202	90	179	20	41

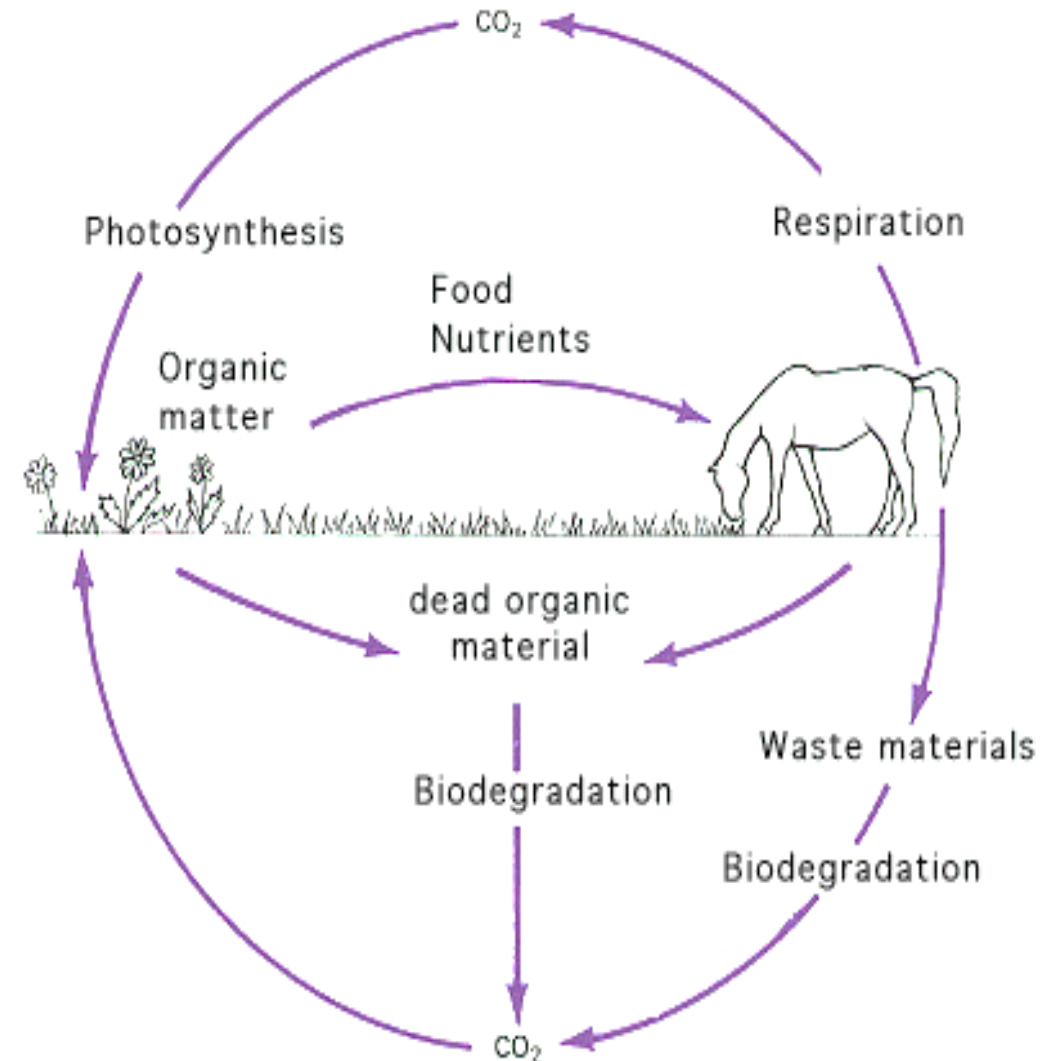


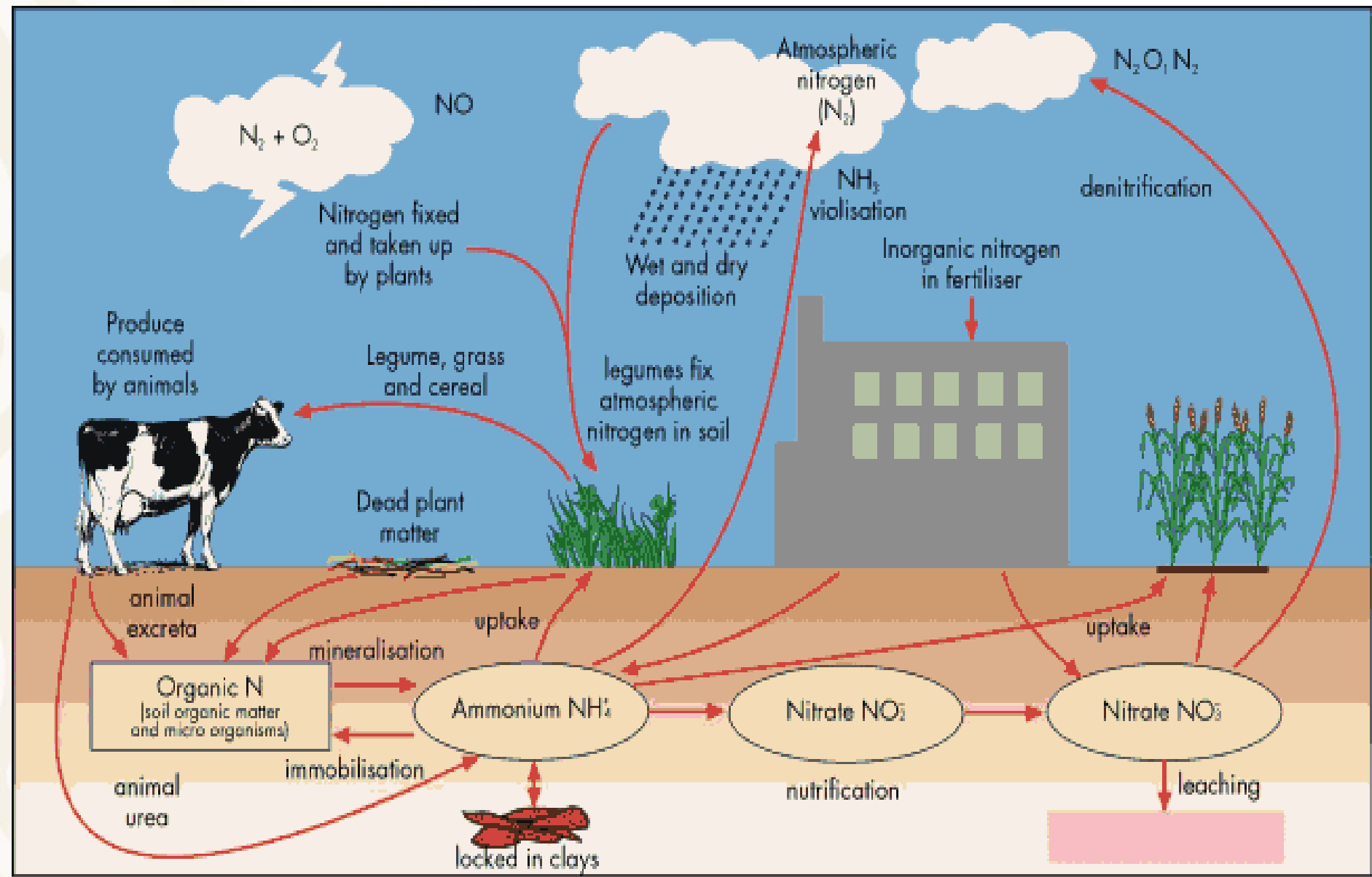


MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica (CH_2O) derivado de la fotosíntesis (plantas, algas y cianobacterias) esta relacionado con el ciclo del carbono. La materia orgánica provee nutrición para los heterótrofos (animales y bacterias asociadas), que convierte de nuevo a CO_2 . Los residuos orgánicos, así como la materia orgánica muerta en el suelo y el agua, en última instancia degradados a CO_2 por procesos microbianos de biodegradación.

El N se libera en forma disponible como NH_4^+ y NO_3^- y también se liberan otros elementos como P, S y diversos microelementos requeridos por las plantas superiores.





BIOFERTILIZANTES

Los biofertilizantes o abonos biológicos están basados en **microorganismos**, que promueven y benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas.

Se trata de **microorganismos del suelo**, generalmente hongos y bacterias, que se **asocian de manera natural a las raíces de las plantas** de una forma más o menos íntima.

Los microorganismos promotores del crecimiento y nutrición vegetal, **facilitan de manera directa o indirecta la disponibilidad de determinados nutrientes para las plantas**, tales como el **nitrógeno**, el **fósforo** o el **agua**, aunque también los hay que **producen sustancias (fitohormonas) promotoras del crecimiento vegetal**.





Biofertilizantes a base de *Azotobacter chroococcum*, bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, capaces de sustituir entre 30 a 40% el fertilizante nitrogenado y de incrementar los rendimientos, porque aumentan el número de flores y frutos en los distintos cultivos por la acción de las sustancias activas que son capaces de sintetizar.

Biofertilizantes a base de la bacteria *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum*, bacterias solubilizadoras del fósforo del suelo, capaces de sustituir hasta 70% del fertilizante fosfórico, porque ponen a disposición de las plantas el fósforo almacenado y fijado en el suelo.

Biofertilizantes mixtos a base de bacterias de *Azotobacter chroococcum* y *Azospirillum brasilense*, ambas fijadoras del nitrógeno atmosférico y estimuladoras del rendimiento, capaces de sustituir hasta un 50% del fertilizante nitrogenado en las gramíneas, y de incrementar los rendimientos por la acción de las sustancias activas que son capaces de sintetizar.



¿Qué tipo de fertilizantes se usa en la agricultura ecológica?



Fertilizantes ecológicos sólidos

- El compost, el humus de lombriz o lombricompost y el bokashi, que es un término japonés que significa materia orgánica fermentada.

Fertilizantes ecológicos líquidos

- De producción aeróbica, como el purín, o de elaboración anaeróbica, como el biol.

Fertilizantes ecológicos

- Los abonos verdes retoman la práctica ancestral que consiste en enterrar las malas hierbas (forrajeras, leguminosa, entre otros).

Además del compost, el humus de lombriz, el bokashi, el biol o los abonos verdes, hoy día hay una gran variedad de abonos orgánicos:

- Excrementos de animales (palomina, guano, bosta, gallinaza) u otros estiércoles.
- Cenizas que proceden de madera o de huesos de frutas también son muy importantes para una óptima nutrición de las plantas, ya que contienen mucho potasio y carecen de metales pesados y otros contaminantes.
- Resaca: se usa el sedimento de los ríos que no están contaminados.
- Lodos de depuradora: como es muy difícil saber con exactitud si contienen alguna sustancia perjudicial (metales pesados) suele estar prohibido usarlos para fertilizar cultivos con fines de alimentación humana. Una alternativa es que se pueden utilizar para abonar bosques.





Ventajas de los fertilizantes ecológicos

- Aumentan la actividad microbiana del suelo.
- Necesitan menos energía en su preparación.
- Permiten aprovechar los residuos orgánicos.
- Promueven la retención de nutrientes y permiten la fijación de carbono en la tierra, bacterias fijadoras de nitrógeno y fósforo, hongos beneficiosos y algas microscópicas.
- Mejoran la capacidad de absorción de agua del suelo, la aireación de la tierra y equilibra el pH.
- Disminuyen la contaminación de las capas freáticas por la lixiviación de nitritos y nitratos.
- Conservan la fertilidad del suelo y evita la erosión.
- Los alimentos cultivados con fertilizantes ecológicos contienen hasta un 60% más de antioxidantes que los convencionales y menores residuos de metales tóxicos pesados y de pesticidas.
- Por todos estos motivos son más respetuosos con el ecosistema.

Desventajas de los fertilizantes orgánicos

- Si no están tratados adecuadamente, existe la posibilidad de que se conviertan en una fuente de agentes patógenos.
- Requieren de una mano de obra intensiva y de mucho espacio para elaborarlos.
- Si no son de fabricación propia, suelen tener un precio más elevado que aquellos que están realizados únicamente con productos químicos.

La liberación de los nutrientes de los fertilizantes ecológicos puede ser muy dependiente de las temperaturas ambientales y de la presencia de microorganismos en el suelo.



Sustitución de fertilizantes químicos por biofertilizantes



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



El reciente desarrollo del uso de fertilizantes químicos como urea, nitrato de calcio, etc. ayudó a los agricultores a desarrollar sus cultivos, pero tuvo muchos efectos secundarios que causaron diversas enfermedades a la salud humana.

Por lo tanto, ahora se deben realizar desarrollos para que los agricultores obtengan un buen rendimiento y no causen daños a la salud humana.

Las cosas anteriores se consideraron después de muchos tipos de investigación, se discutió la idea de reemplazar los fertilizantes químicos por biofertilizantes y se encontró que era eficiente.

Biofertilizantes

- Los fertilizantes que contienen solo organismos vivos y que pueden proporcionar nutrientes naturales al suelo nutriéndolo se denominan biofertilizantes.
- Estos biofertilizantes también están disponibles en forma orgánica. Cuando se utilizan como semillas o inoculantes para el suelo, se multiplican y participan en el ciclo de nutrientes que desarrolla la productividad de los cultivos.



Tipos de biofertilizantes



Sistema simbiótico (*Rhizobium* spp., *Frankia* spp. *Azolla* spp.)

•**Sistema no simbiótico** (*Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., Alga verde azul)

Biofertilizantes en la producción de cultivos

- En microbiología del suelo, el biofertilizante se puede utilizar como fuente de nutrientes manteniendo el rendimiento y la calidad de la fruta con menores costos de producción.
- Ayuda a convertir el nitrógeno atmosférico en formas orgánicas que son utilizables por la planta.
- Se encuentra que el uso de rizobio en los fertilizantes ayuda a incrementar el rendimiento de grano en un 10-15%.
- La fijación de nitrógeno ocurre en las raíces o en las partes del tallo donde hay más bacterias.

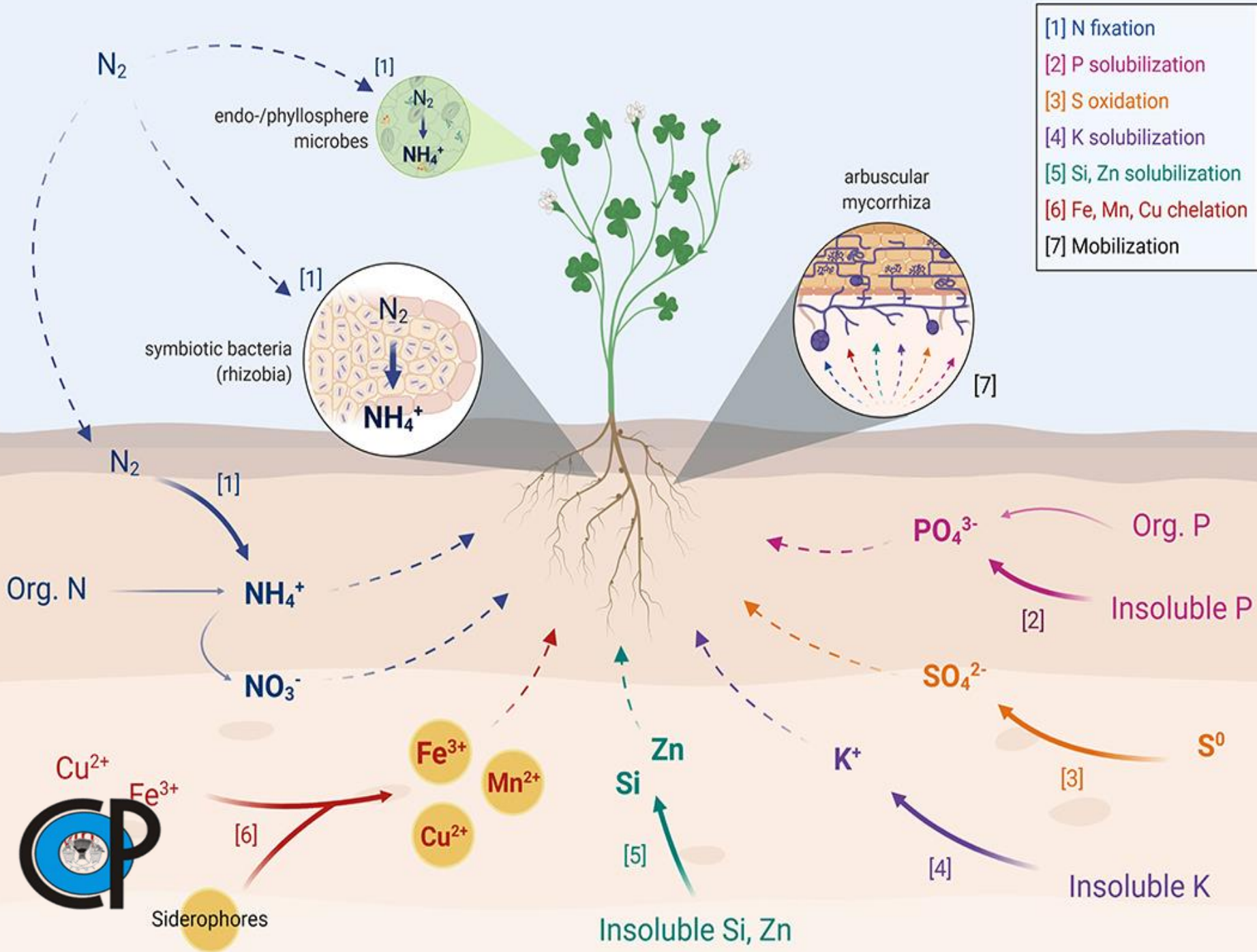
Ventaja de los biofertilizantes sobre los fertilizantes químicos

- Dado que contiene solo microorganismos naturales, es más seguro que los fertilizantes químicos.
- Propiedades como la erosión del suelo; la fertilidad del suelo no se ve afectada debido a los biofertilizantes
- La otra ventaja de los biofertilizantes es que se pueden instalar a un costo menor.
- La otra ventaja de los biofertilizantes es que producen mayores tasas de crecimiento de arroz que los fertilizantes químicos.
- La otra ventaja de los biofertilizantes es que son amigables con el medio ambiente y también verifican la disponibilidad de nutrientes de los recursos naturales.





- [1] N fixation
- [2] P solubilization
- [3] S oxidation
- [4] K solubilization
- [5] Si, Zn solubilization
- [6] Fe, Mn, Cu chelation
- [7] Mobilization



Vías clave de transformación/adquisición de nutrientes mediadas por microbios asociadas con los biofertilizantes.

Las flechas completas representan transformaciones microbianas.

Mientras que las flechas discontinuas representan la movilización / movimiento de nutrientes.

Creado con BioRender <https://biorender.com>



Siderophores

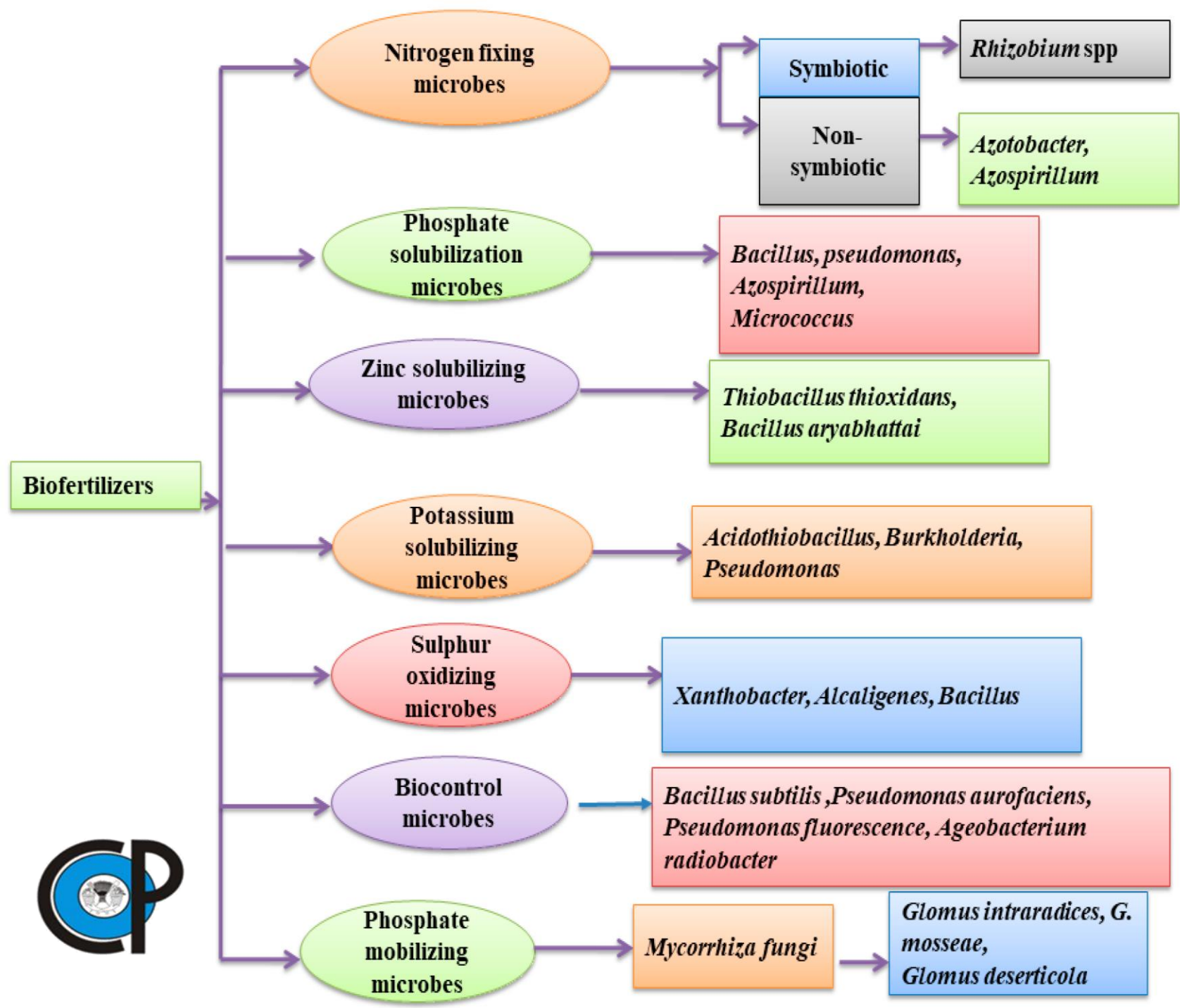


Diagrama esquemático de categorías de microorganismos utilizados como biofertilizantes.
<https://doi.org/10.3390/agriculture11020163>





La tabla muestra algunas estimaciones de la cantidad de nitrógeno fijado a escala mundial. La FBN total está estimado así como el total del nitrógeno fijado biológicos.

TIPO DE FIJACIÓN	N₂ FIJADO (10¹² G POR AÑO, O 10⁹ TON MÉTRICAS POR AÑO)
No biológico	
Industrial	Alrededor de 50
Combustion	Alrededor de 20
Rayos	Alrededor de 10
Total	Alrededor de 80
Biológico	
Tierras agrícolas	Alrededor de 90
Tierras no agrícolas y forestales	Alrededor de 50
Oceanos	Alrededor de 35
Total	Alrededor de 175
<p>Datos de varias fuentes, compilado por DF Bezdicek & AC Kennedy, in <i>Microorganisms in Action</i> (eds. JM Lynch & JE Hobbie). Blackwell Scientific Publications 1998.</p>	



MICROORGANISMO	TIPO DE METABOLISMO AL FIJAR N	IMPORTANCIA ECONÓMICA
BACILACEAS Bacillus polymyxa Clostridium	Aeróbico, heterotrófico	Beneficios marginales en agricultura
AZOTOBACTERIAS Azotobacter Azomonas insignis Azotococcus agilis Beijerinckia derxii Derxia gummonsa Xhantobacter flavus	Anaeróbico, heterotrófico	Beneficios a cosechas no confirmados
ENTEROBACTERIAS Klebsiella pneumoniae Enterobacter aerogenes Erwinia herbicola Citrobacter freundii Azospirillum brasilense	Anaeróbico o microaerófilo	Importantes en la fijación asociativa
RIZOBIACEAS Rhizobium Bradyrhizobium	Microaerófilo, heterotrófico	Muy importantes en el cultivo de leguminosas
STREPTOMICETACEAS Frankia	Microaerófilo, heterotrófico	Uso potencial en bosques
METANOMONADACEAS Methylocystis Methylococcus	Microaerófilo, autotrófico	Obtención de proteína unicelular
TIOBACTERIACEAS Thiobacillus ferrooxidans	Microaerófilo	Minería microbiana
CIANOFICEAS Anabaena Nostoc Gloeotheca Spirulina Synechococcus	Anaeróbico o microaerófilo, fotolitotrófico	Cultivo de arroz, producción de proteína unicelular
CROMATIACEAS Chromatium vinosum	Anaeróbico, fotolitotrófico	
CLOROBIACEAS Chlorobium limicola	Anaeróbico, fotolitotrófico	
RODOSPIRILACEAS Rhodospirillum rubrum Rhodopseudomonas palustris Rhodobacter capsulatus Rhodomicrobium vannielli	Anaeróbico, fotoorganotrófico	Depuración de aguas residuales, abono y pienso para piscifactorías



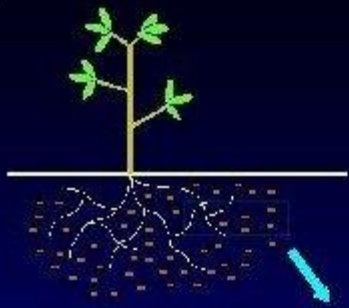
AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



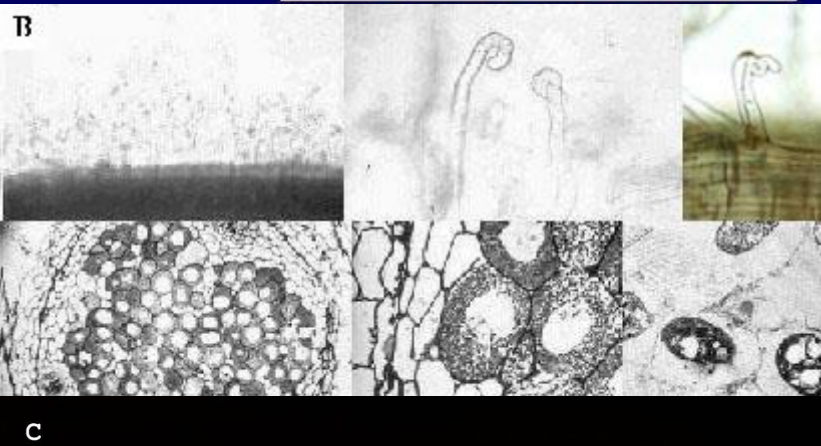
La mayoría de las especies de la familia *Fabaceae* forman esta asociación, y es especialmente frecuente en las subfamilias *Papilionoideae* y *Mimosoideae* y escasa en *Cesalpinoideae*. En las raíces de estas plantas aparecen cuando son infectadas por *Rhizobium* unas tumoraciones (nódulos) de distinta forma y tamaño, donde se lleva a cabo la fijación de N_2 .



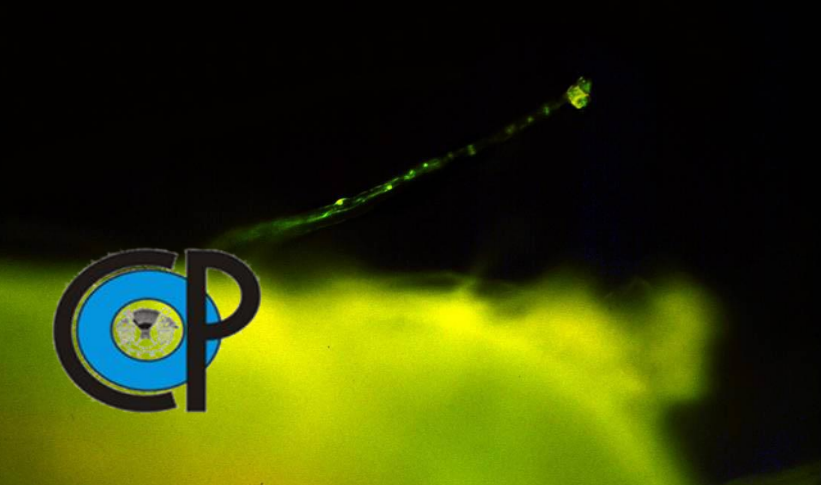
A



B



C

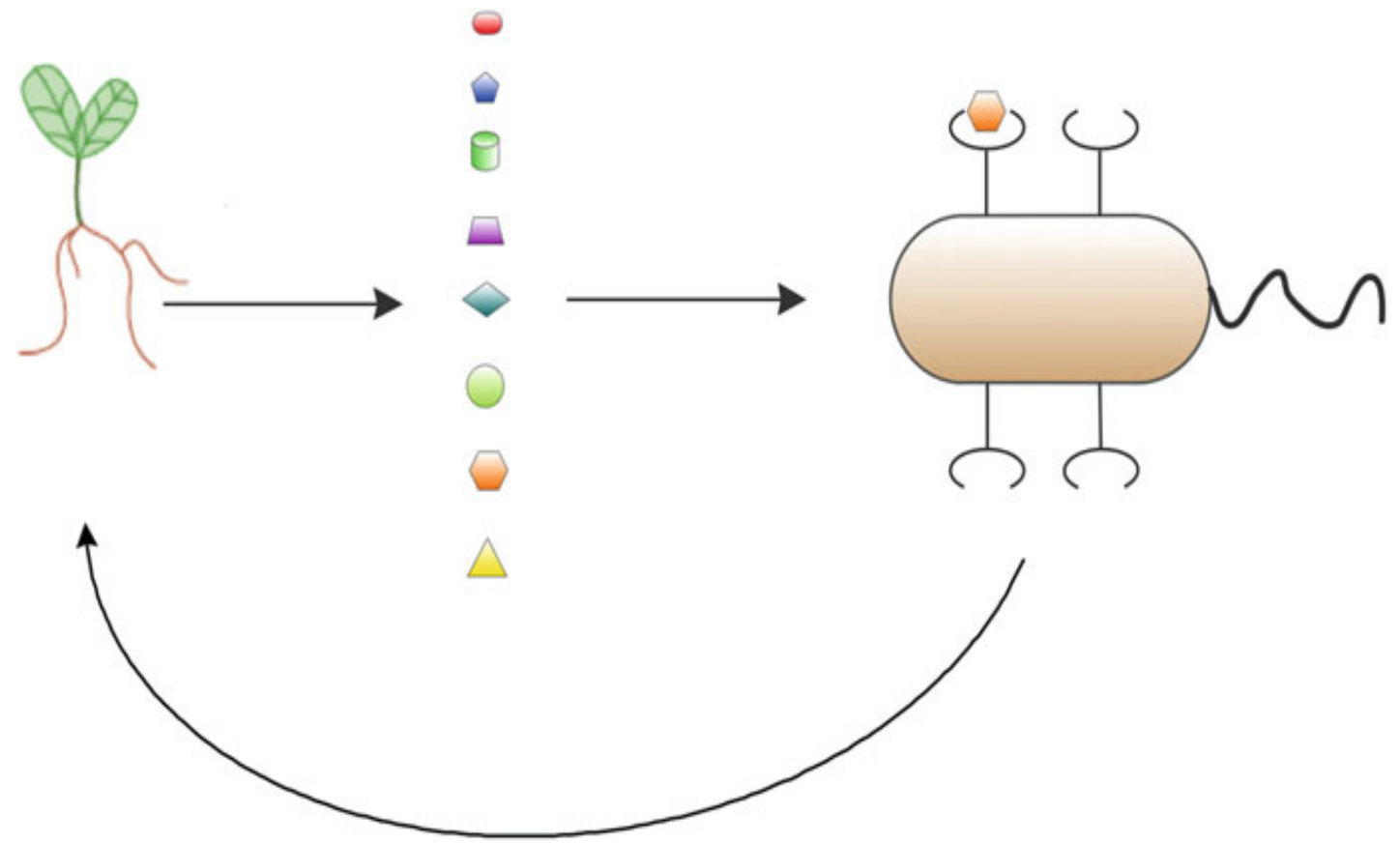


AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



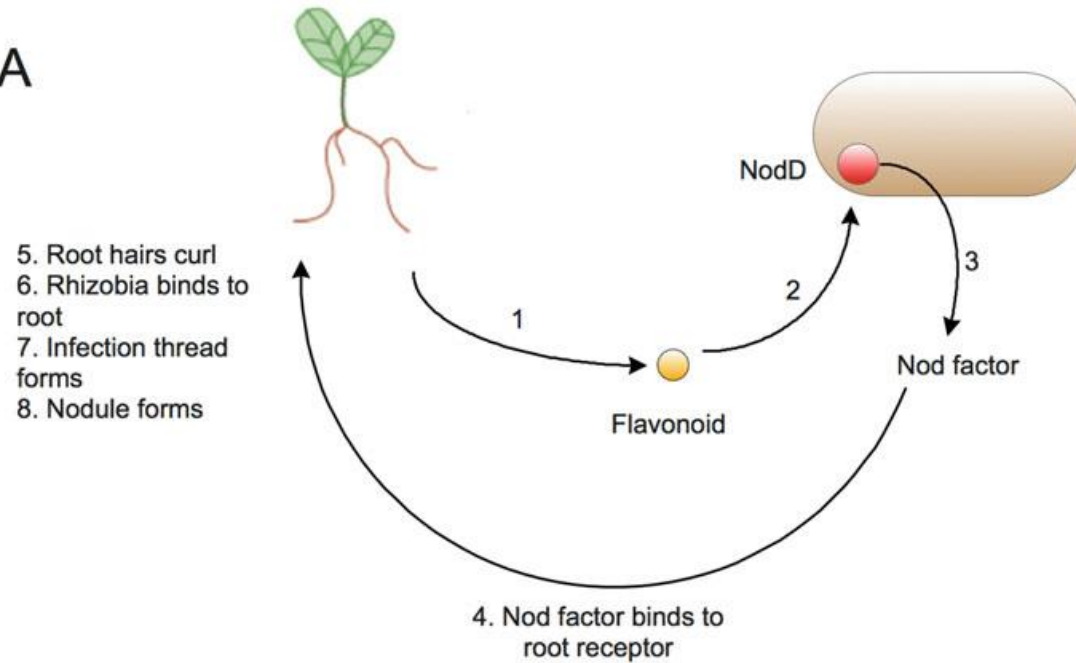
En términos generales, cada leguminosa libera al medio unos determinados inductores (p. e. la alfalfa, luteolina y la soja genisteina) que la bacteria reconoce y la lleva a sintetizar el factor *nod* correspondiente, que está constituido por un esqueleto de 4 a 5 N-acetil glucosaminas con bastantes sustituciones que determinan la especificidad. Estos factores, que se conocen también por su composición como lipoquitooligosacáridos (LCOs), determinan modificaciones en los pelos radicales, la formación del canal de infección y la división de células del córtex, que conducen a la formación del nódulo en cuyo interior, perfectamente estructurado, se va a llevar a cabo la fijación.

Se han identificado la unión de los quimioatrayentes de moléculas pequeñas secretados por las plantas por los receptores bacterianos (ocho quimioatrayentes diferentes exudados por las plantas de alfalfa que pueden unirse a los receptores de *Sinorhizobium meliloti*) y el movimiento subsiguiente de las bacterias hacia la planta y el sitio de secreción de quimioatrayentes.

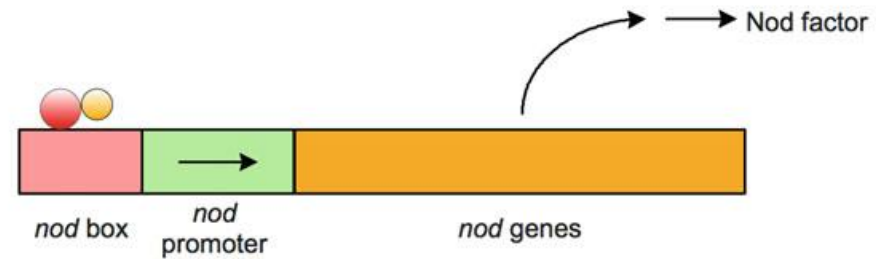


Descripción general del proceso de nodulación. (a) La planta secreta / libera varias moléculas flavonoides específicas (1), el flavonoide es absorbido por la cepa rizobiana y luego se une a la proteína NodD (2), el complejo flavonoide-NodD activa la síntesis del factor Nod (3), el complejo flavonoide-NodD se une a un receptor de la raíz (4), las puntas del vello de la raíz se hinchan y rizan (5), la cepa de Rhizobium se adhiere a las puntas del vello de la raíz (6), se forma un hilo de infección (7) y una vez dentro de las células de la raíz, se forma el nódulo (8). (b) El complejo flavonoide-NodD se une al cuadro nod que es parte del promotor nod y activa la síntesis del factor Nod y la transcripción de otros genes nod

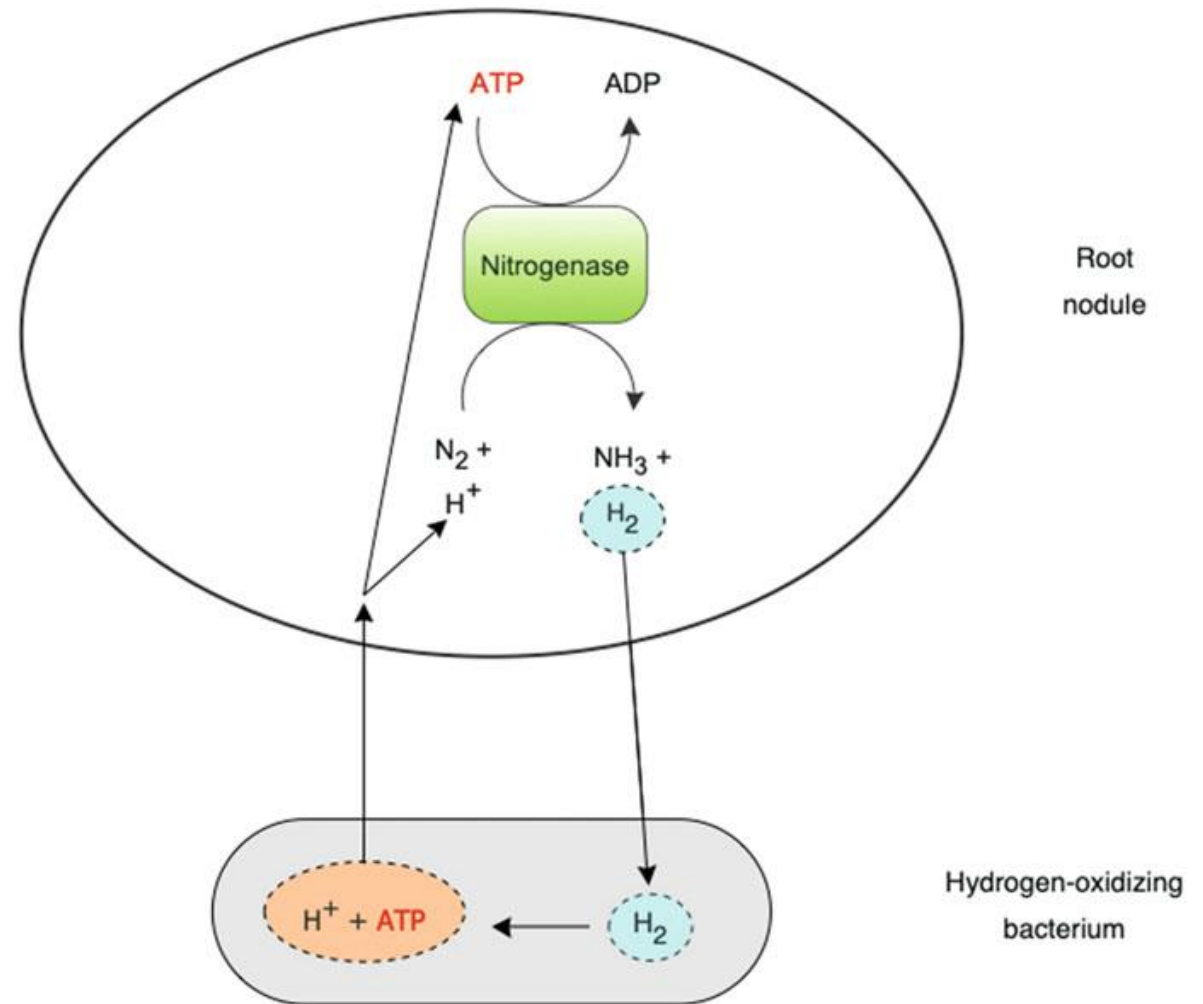
A

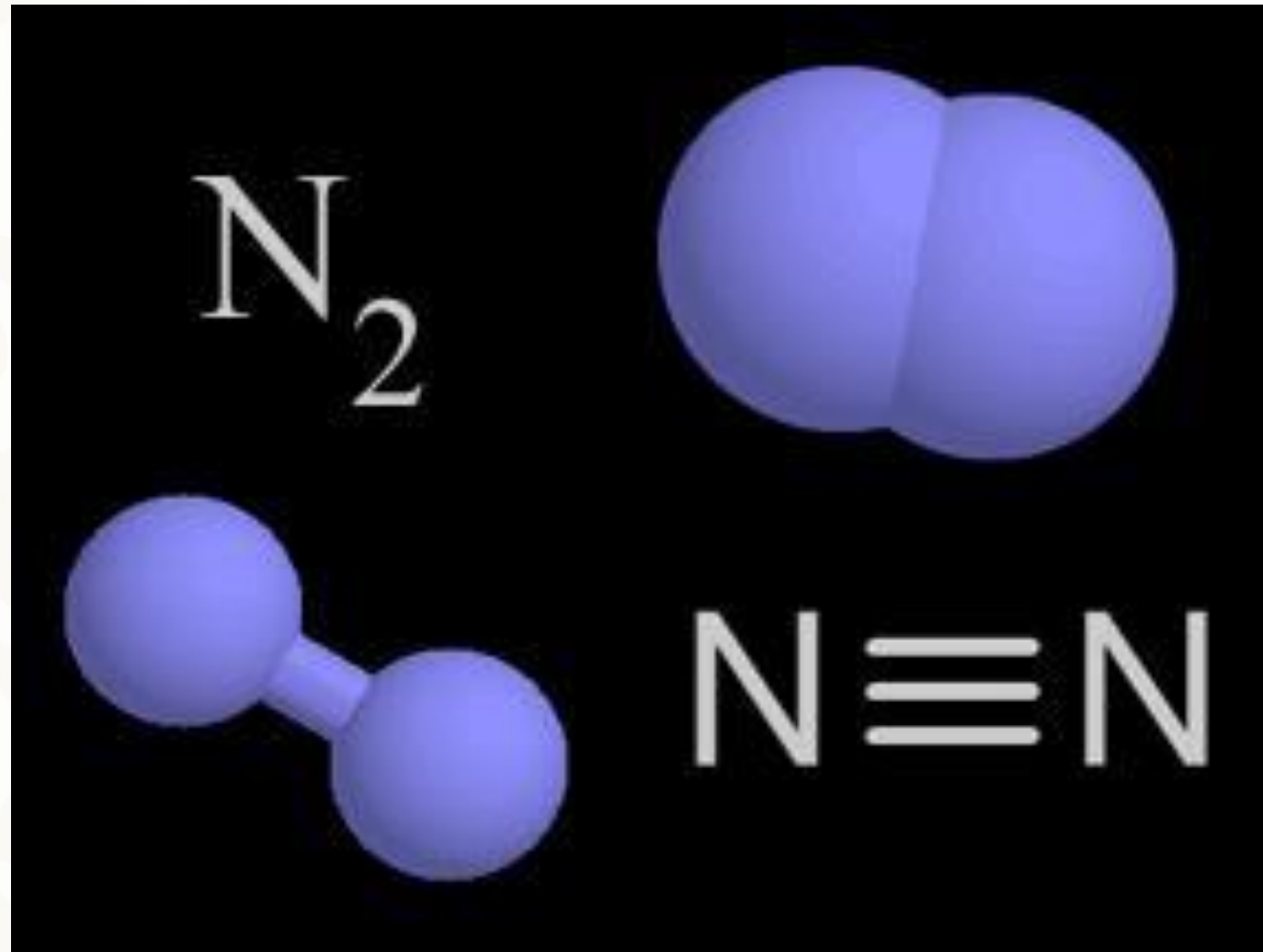


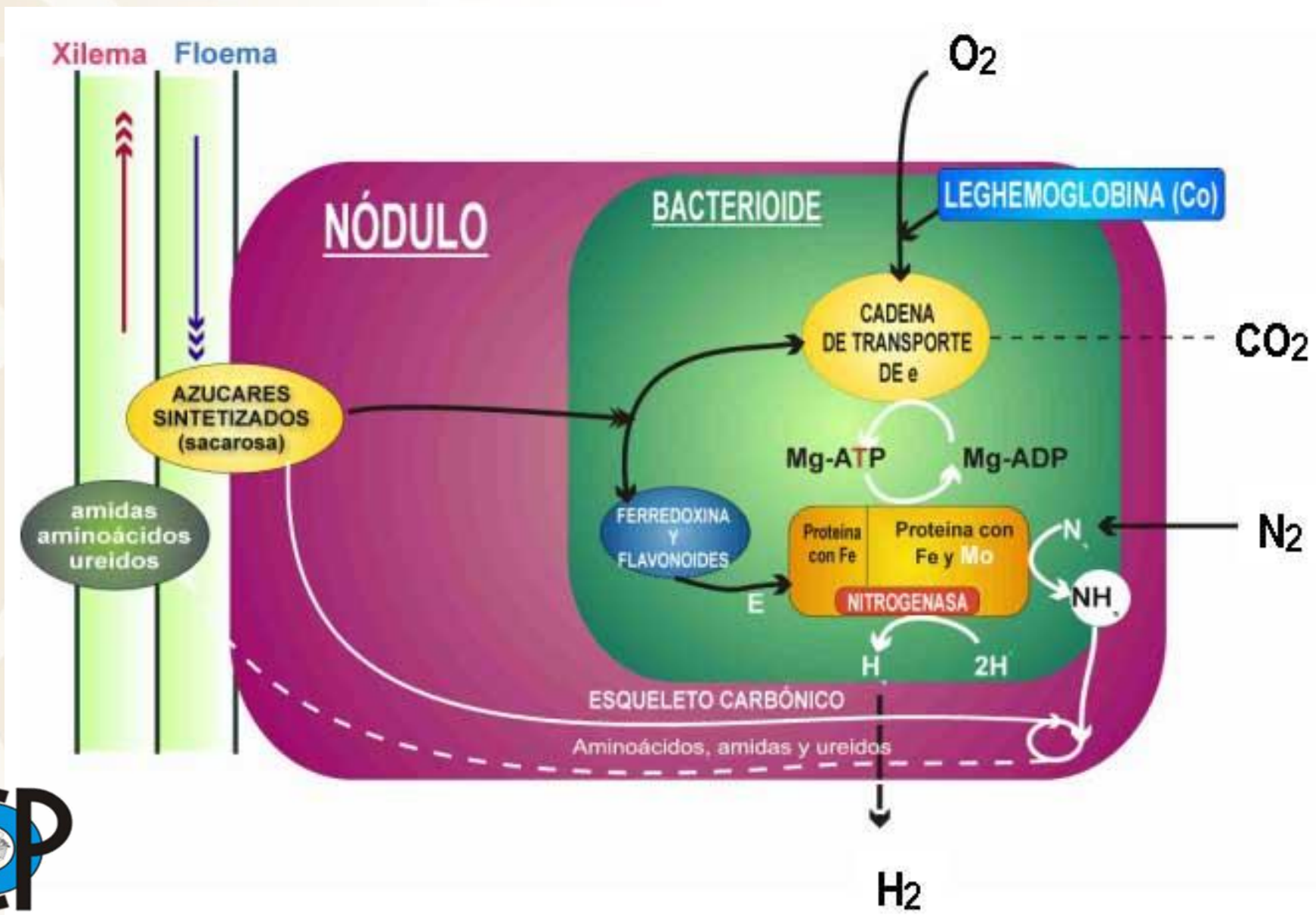
B



Representación esquemática de cómo las bacterias oxidantes de hidrógeno pueden promover el crecimiento de las plantas. La bacteria absorbe el gas hidrógeno que se produce con un nódulo como subproducto de la fijación de nitrógeno. El gas hidrógeno se convierte en H^+ y ATP (así como en otros compuestos que no se muestran). El nódulo capta el H^+ y el ATP y se utilizan para impulsar la fijación adicional de nitrógeno. Además, la energía dentro del nódulo no se agota, por lo que la senescencia del nódulo catalizada por etileno se retrasa.

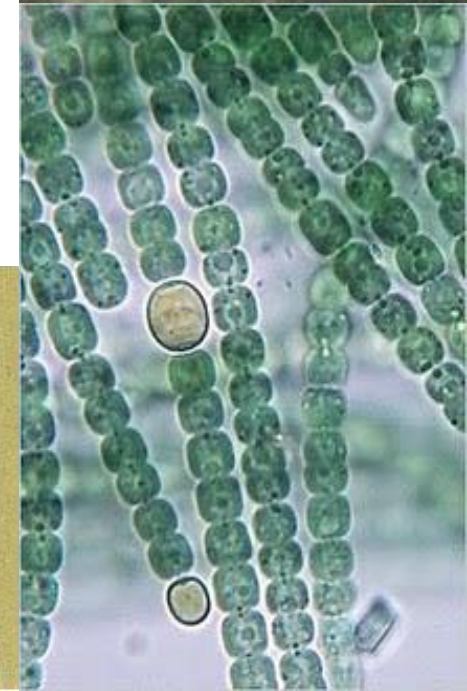








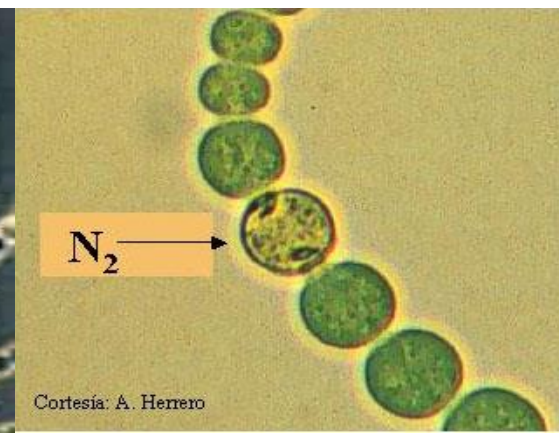
En un segundo sistema intervienen cianobacterias y algunas plantas entre las que ciertos helechos, como *Azolla*, pueden jugar un papel importante en la fertilización de los cultivos de arroz. Aunque las cianobacterias están provistas de fotosíntesis oxigénica han desarrollado estrategias especiales dirigidas a la convivencia de la fijación, proceso anaerobio, con la fotosíntesis. En unos casos, algunas células vegetativas se diferencian en ausencia de nitrógeno combinado en los llamados heteroquistes donde no hay fotosíntesis y sí fijación de nitrógeno. Los niveles de nitrógeno aportados a estos cultivos pueden hacer al arroz bastante independiente de la fertilización nitrogenada.



Cortesía de Mariuxi Espinoza



Cortesía de M.G. Guerrero



Cortesía: A. Herrero

ASOCIACIONES CON *FRANKIA*



La figura A muestra un árbol de alder joven (*Alnus glutinosa*) que crece en una maceta, y la Figura B muestra parte del sistema de la raíz de este árbol, que lleva los nódulos de color naranja-amarillo (puntas de flecha) que contienen *Frankia*.

Alder y los otros leñosas hospederas de *Frankia* son especies típicas pioneras que invaden suelos pobres en nutrientes. Estas plantas probablemente se benefician de la asociación de fijación de nitrógeno, mientras se suministra el simbiote bacteriano con productos fotosintéticos.





La lombriz - un ayudante invaluable

comen
material
vegetal
muerto

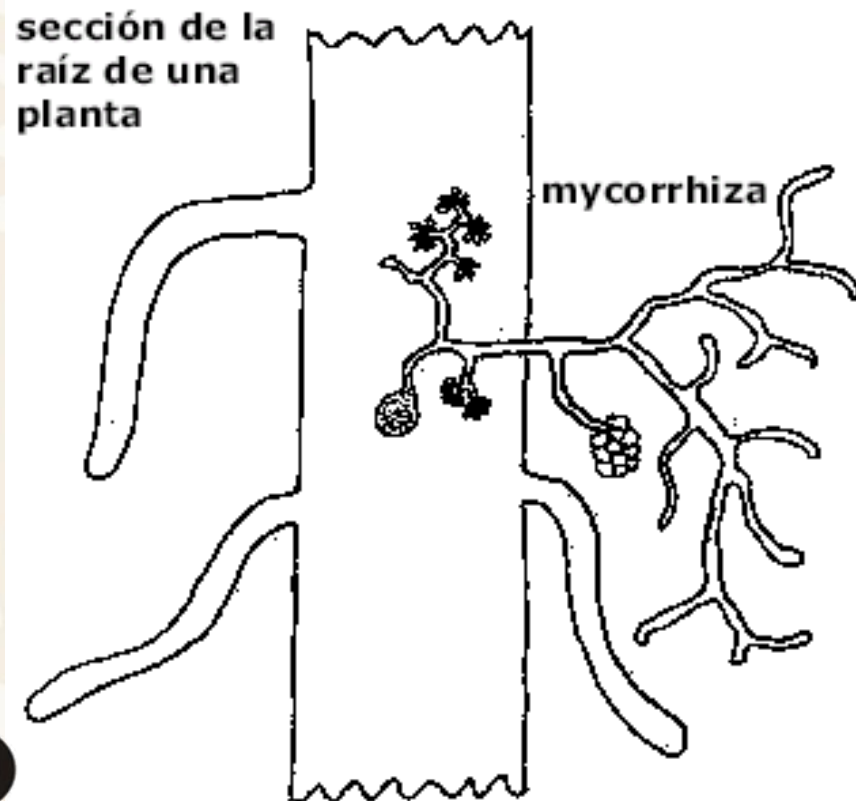


Defecan
suelo rico en
materia
orgánica y
nutrientes



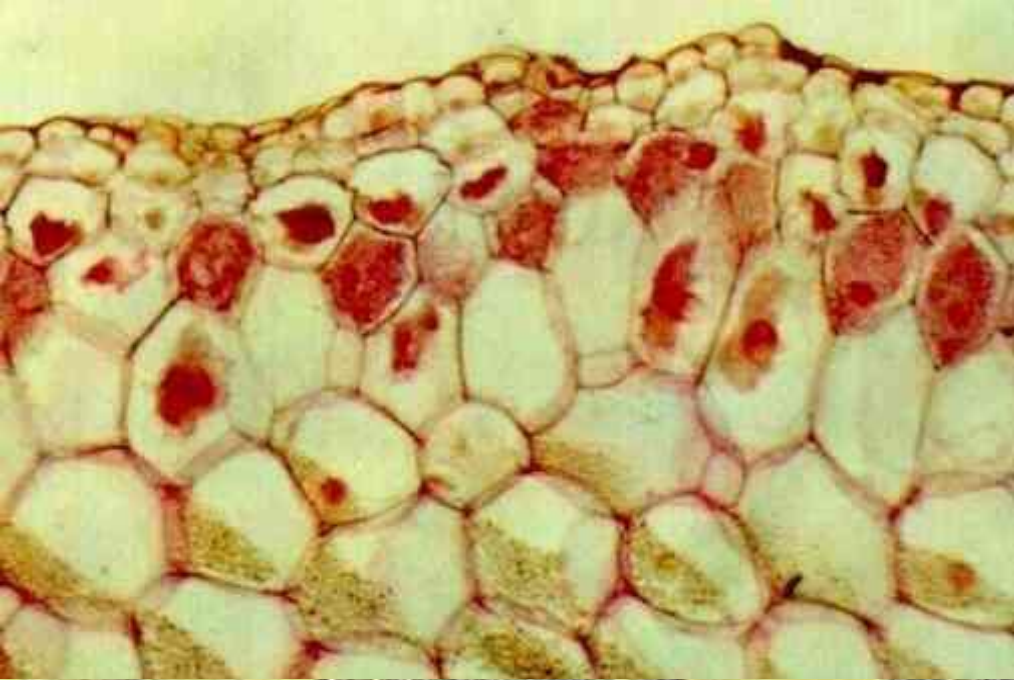


Mycorrhizae -un hongo beneficioso



Mycorrhizae ...

- Viven en simbiosis con las raíces de las plantas.
- Aumentan la superficie de las raíces y penetran los pequeños poros del suelo .
- Apoyan las plantas en la absorción de nutrientes y agua.
- Mejoran la estructura del suelo y preservan la humedad .
- Son sensibles a los fertilizantes y pesticidas químicos .



Micorrizas

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre los hongos y las raíces de las plantas (el término significa literalmente 'hongo de raíz'). Tal vez más del 80% de las especies de plantas superiores tienen estas relaciones, y también lo hacen muchos pteridofitas (helechos y sus aliados) y algunos musgos (especialmente hepáticas). Son tan comunes en las plantas de cultivo (cereales, guisantes, tomates, cebollas, manzanas, fresas, etc.) como en las comunidades de plantas silvestres, y en varios casos se ha demostrado que es importante o incluso esencial para el rendimiento de la planta.



Mayor aumento de una raíz parecida tratada con álcali caliente para destruir el contenido celular de las plantas, y luego teñidas con azul de tripano a las estructuras fúngicas. Algunas hifas se ven radiantes de la superficie de la raíz, los demás están dentro de los tejidos de la raíz.

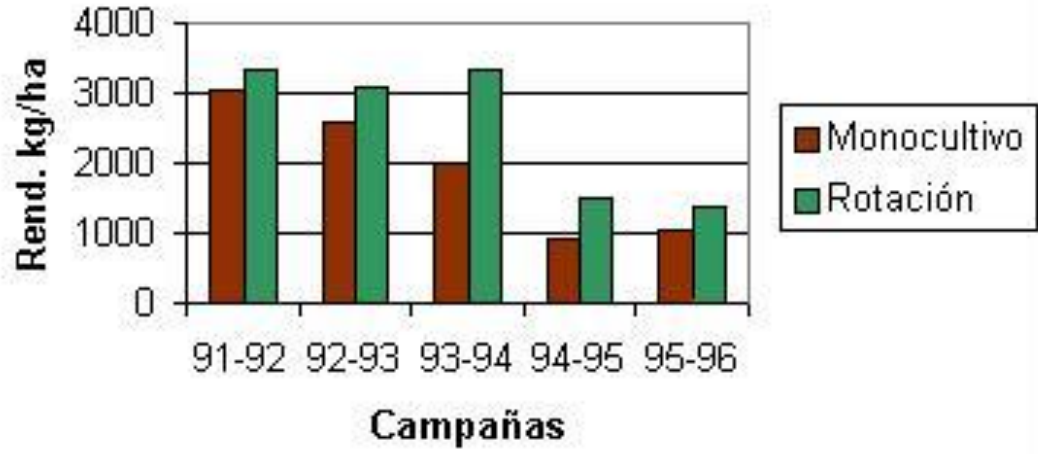


Micorrizas Arbuscular (MA)

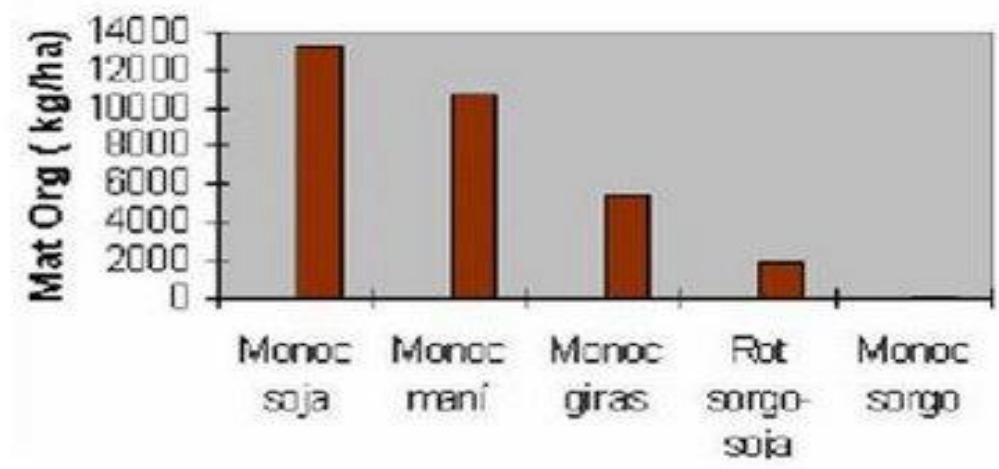




Monocultivo soja vs rotación sorgo-soja



Disminución de Materia Orgánica (kg/ha) 1983-1994





CAMPUS PUEBLA

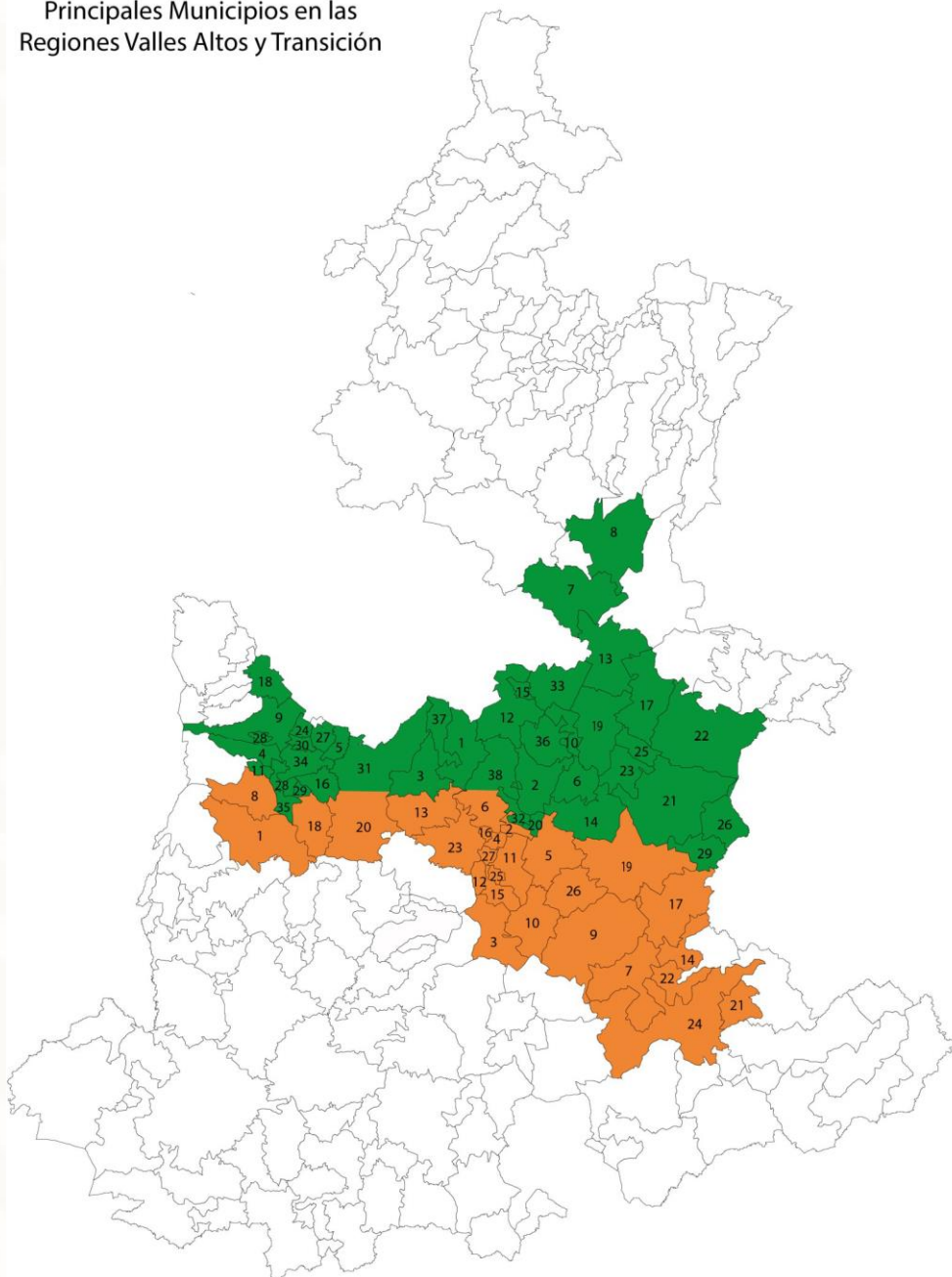


AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Estado de Puebla

Principales Municipios en las
Regiones Valles Altos y Transición



VALLES ALTOS :

1. Acajete
2. Acatzingo
3. Amozoc
4. Calpan
5. Cuautlancingo
6. Gral. Felipe Ángeles
7. Librés
8. Cuyoaco
9. Huejotzingo
10. Mazapiltepec
11. Nealtican
12. Nopalucan
13. Oriental
14. Quecholac
15. Rafael Lara Grajales
16. San Andrés Cholula
17. San Nicolás Buenos Aires
18. San Martín Texmelucan
19. San Salvador El Seco
20. San Salvador Huixcolotla
21. Ciudad Serdán
22. Tlachichuca
23. San Juan Atenco
24. Tlaltenango
25. Aljojuca
26. Atzitzintla
27. Coronango
28. Domingo Arenas
29. Esperanza
30. Juan C. Bonilla
31. Puebla
32. Los Reyes de Juárez
33. San José Chiapa
34. San Pedro Cholula
35. Santa Isabel Cholula
36. Soltepec
37. Tepatlaxco de Hidalgo
38. Tepeaca

TRANSICION

1. Atlixco
2. Cuapixtla de Madero
3. Molcaxac
4. Santo Tomás Hueyotlilpan
5. Tecamachalco
6. Tepeaca
7. Tepanco de López
8. Tianguismanalco
9. Tlacotepec de B. Juárez
10. Xochitlán Todos Santos
11. Tochtepec
12. Atoyatempan
13. Cuauintlán
14. Chapulco
15. Huitziltepec
16. Mixtla
17. Cañada Morelos
18. Ocoyucan
19. Palmar de Bravo
20. Puebla
21. San Antonio Cañada
22. Santiago Miahuatlán
23. Tecali de Herrera
24. Tehuacán
25. Tepayahualco de Cuahtémoc
26. Yehualtepec
27. Tlanepantla
28. San Jerónimo Tecuanipan
29. San Gregorio Atzompa



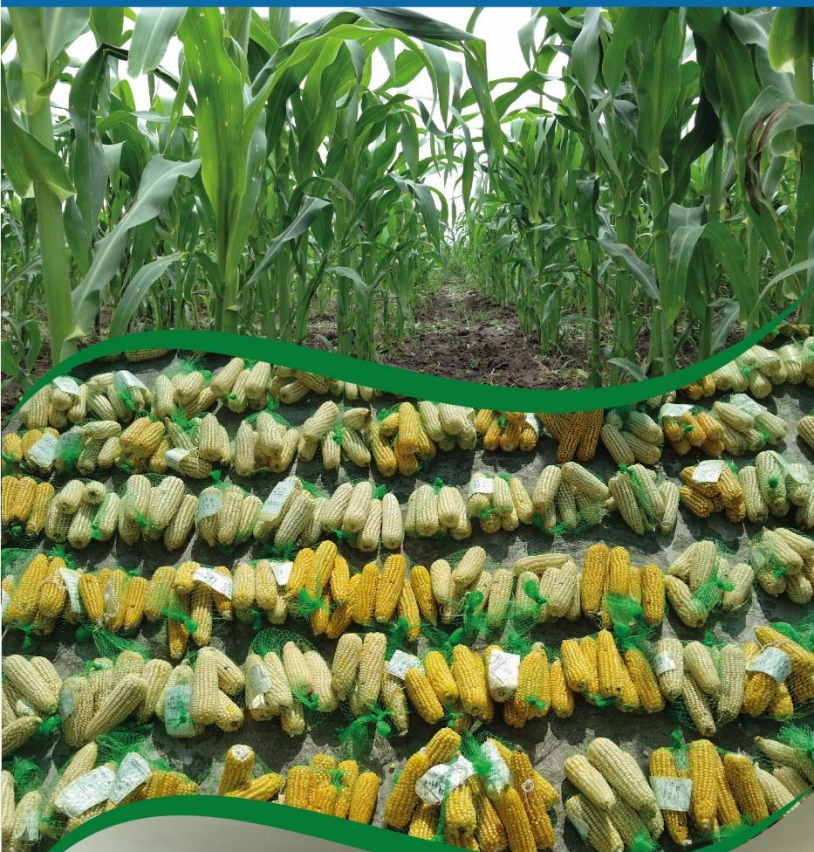
AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Informe de la Evaluación de maíces híbridos comerciales en dos estratos altitudinales del Estado de Puebla

Puebla, Pue. 2015



Cita correcta: Colegio de Postgraduados Campus Puebla. 2015. Informe 2014 Evaluación de maíces híbridos comerciales en dos estratos altitudinales del Estado de Puebla. Mario Valadez Ramírez, Hugo Alberto Sánchez Ramírez, Engelberto Sandoval Castro, José Hilario Hernández Salgado y Raúl Torres Flores.



Híbrido/Variiedad	Rendimiento			Floración media (días)	
	Grano (kg ha-1)	Tuckey (0.5)	Rastrojo (t ha-1)	Masculina	Femenina
Blancos					
PROMESA	10326	a	17.7	101	104
MSG-2	10101	ab	14.2	95	97
ST10W	10049	ab	14.6	92	94
TORRES I	9872	ab	13.7	93	96
HS-2	9838	ab	14.9	89	93
CARDENAL	9360	abc	8.6	94	96
NIEBLA	9352	abc	18.1	105	106
BLANCO ALTEÑO	8997	abcd	11.7	97	99
H-40 (Testigo)	8886	abcd	13.9	92	94
GLADIADOR	8851	bcd	10.3	86	90
ALBATROS	8769	bcde	13.8	97	98
BG1384W	8684	bcde	8.3	91	93
BG1304W	8335	cde	8.6	95	96
Promedio Blancos	9340		12.6	94	97
95% Testigo	8442				
Amarillos					
MS-152	9342	abc	11.3	90	95
ST14Y	8990	abcd	12.2	93	96
MORO ALTEÑO	8115	cdef	10.6	94	97
SB-470	7805	def	10.8	95	99
ST13Y	7362	ef	10.1	94	98
MSG4	6807	fg	8.1	95	99
VS-55A (Testigo)	5693	gh	6.2	88	92
VS-54A (Testigo)	5025	h	5.5	87	93
Promedio Amarillos	7392		9.4	92	96
95% Promedio Testigos	5091				
DHS (Tukey 0.05)	1460		2.9	5.7	6.1
CV (%)	11.4		16.5	4.1	4.2
SIG	**		**	**	**



Entre las tres localidades, se encontraron diferencias altamente significativas en el rendimiento promedio de grano. Para San Nicolás Buenos Aires fue de 11,063 kg ha⁻¹, siendo diferente de las otras dos localidades, las cuales presentaron en promedio para Xalmimilulco de 7,415 kg ha⁻¹ y para Nuevo México de 7,316 kg ha⁻¹. Este resultado implica que los rendimientos promedio pueden ser afectados por el factor localidad.

En relación a los Paquetes Tecnológicos aplicados a la variedades, se encontró que para el paquete 180-60-60 (N-P₂O₅-K₂O) con 60,000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento promedio de grano de maíz de 9,210 kg ha⁻¹, mientras que para el paquete 140-50-60 (N-P₂O₅-K₂O) con 50,000 plantas el rendimiento promedio fue de 7,986 kg ha⁻¹, siendo diferentes significativamente estos promedios. La diferencia promedio entre los dos paquetes es de 1,224 kg. La diferencia en costos entre uno y otro es de aproximadamente \$700.00; la tonelada de maíz está alrededor de \$3,000.00.



Híbrido/Varietal	Rendimiento			Floración media (días)	
	Grano (kg ha-1)	Tuckey (0.5)	Rastrojo (t ha-1)	Masculina	Femenina
Blancos					
ANTÍLOPE	11483	a	11.40	90	92
DK-2069	10593	ab	11.20	92	93
CARIBÚ	10591	ab	11.30	93	93
BOA	10298	abc	9.20	85	86
SULTÁN	10075	abcd	10.50	89	93
DIAMANTE	9816	abcd	11.50	94	96
H-516	9683	abcde	12.00	92	93
DK-2052	9429	abcdef	11.10	89	91
ZORRO	9378	abcdef	11.70	88	90
BG5354	9334	abcdef	13.30	91	91
BG5450	9164	bcdefg	13.40	85	88
AS-1503	9124	bcdefg	12.50	91	94
H-515	9046	bcdefg	11.00	91	93
30A60	8987	bcdefgh	13.20	92	93
RETINTO	8802	bcdefgh	9.70	86	89
215 W EAGLE	8762	bcdefgh	5.40	78	83
SB-308	8468	bcdefgh	9.50	92	94
P3055W	8315	cdefgh	12.90	85	88
CHARRO	8227	cdefgh	14.30	93	95
H-161	8187	cdefgh	8.40	76	86
TESTIGO COMERCIAL	7998	defgh	7.20	91	92
H-565	7492	efgh	11.10	96	97
VARIEDAD 1463	7333	fgh	6.90	86	89
95% Rendimiento promedio de los testigos	7688	Promedio blancos	10.81	89	91
Amarillos					
P2844	9305	abcdef	7.50	85	88
ALAZÁN AMARILLO	9144	bcdefg	12.50	90	92
XR-20A	8835	bcdefgh	5.60	82	86
VARIEDAD 1069	7515	efgh	7.20	73	86
AMARILLO GALLERO	7434	fgh	11.20	94	95
GOLDEN	7067	gh	6.10	80	84
VARIEDAD 1058	6783	hi	5.70	81	87
VS-54A	4648	ij	4.30	72	76
VS-55A	3661	j	3.20	63	66
95% Rendimiento promedio de los testigos	3946	Promedio amarillos	7.03	80	84
DHS (Tukey 0.05)	2228		4.20	6.2	6.7
Coefficiente de variación	16.5		27.4	4.5	4.8
Significancia	**		**	**	**



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Entre las tres localidades, aun cuando las diferencias en rendimiento fueron estadísticamente significativas, no llegaron a una tonelada de grano; en Atlixco fue de 8,928 kg ha⁻¹, para San Lorenzo Ometepec fue de 8,738 kg ha⁻¹ y para Tepanco de López de 8,113 kg ha⁻¹, en promedio.

Respecto a los Paquetes Tecnológicos aplicados a las variedades se encontró que, en promedio, para el paquete 180-60-60 (N-P₂O₅-K₂O) con 60,000 plantas por hectárea, se obtuvo un rendimiento de grano de maíz de 9,046 kg ha⁻¹, mientras que para el paquete 140-50-60 (N-P₂O₅-K₂O) con 50,000 plantas el rendimiento promedio fue de 8,140 kg ha⁻¹. La diferencia promedio entre los dos paquetes fue inferior a una tonelada (906 kg) de grano. La diferencia en costos entre uno y otro es de aproximadamente \$700.00; la tonelada de maíz está alrededor de \$3,000.00, por lo que aún resulta redituable aplicar el paquete más alto. En todo caso los productores decidirán si la diferencia les resulta lo suficientemente atractiva como para aplicar el paquete más alto.





RESULTADOS 2015

Valles Altos (2,200 a 2,600 msnm) 60,000 plantas/ ha, 140-50- 60 (N-P₂O₅-K₂O)



Híbrido/Varietal	Rendimiento		Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
Blancos						
Niebla	11427	a	85	88	263	123
HS-2	9897	ab	86	91	234	142
Albatros	9688	ab	79	80	244	100
Torres I	9654	ab	79	79	245	97
ST10W	9248	ab	79	80	249	98
BG1384W	9168	ab	77	77	237	101
Promesa	9107	ab	77	78	248	112
MS-102	9066	ab	81	87	227	88
H-40*	8975	ab	78	78	234	97
Cardenal	8583	b	79	79	242	99
MSG-2	8022	b	79	81	242	102
Promedio Blancos	9275		79	81	242	105
95% H-40	8526					
CV (%)	17.6		1.27	1.31	4.62	8.45

Entre las tres localidades, se encontraron diferencias en el rendimiento promedio de grano. **Para San Nicolás Buenos Aires fue de 9,694 kg ha⁻¹**, siendo diferente de las otras dos localidades, las cuales presentaron en promedio para **Huejotzingo de 10,220 kg ha⁻¹** y para **Acatzingo de 8,104 kg ha⁻¹**.

Híbrido/Varietal	Rendimiento		Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
Amarillos						
X18F039	10154	a	82	82	222	94
CIMMYT 9004*	9759	a	80	81	212	74
MS-152Y	9325	a	81	82	208	70
ST14Y	9290	a	81	83	213	72
MSG-4	9091	a	81	83	212	72
CIMMYT 9002*	8359	a	82	85	209	65
ST13Y	8162	ab	82	84	206	63
VS-54A*	6185	bc	77	78	205	80
VS-55A*	5902	c	76	78	194	71
Promedio Amarillos	8577		80	82	209	73
95% Promedio Testigos	7174					
CV (%)	16.5		1.92	1.80	4.88	10.79

Entre las tres localidades, se encontraron diferencias en el rendimiento promedio de grano. **Para San Nicolás Buenos Aires fue de 9,146 kg ha⁻¹**, siendo diferente de las otras dos localidades, las cuales presentaron en promedio para **Huejotzingo de 9,082 kg ha⁻¹** y para **Acatzingo de 7,503 kg ha⁻¹**.

Híbrido/Varietal	Rendimiento		Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
BLANCOS						
DK-2061	12527	ab	91	91	224	118
DK-2069	12107	abc	90	91	242	127
Berrendo	11949	abcd	92	94	215	115
215W Eagle	11331	abcde	91	91	206	104
DK-2052	11041	abcde	90	90	217	112
BG-5354	10944	abcde	92	92	229	116
Boa	10848	abcdef	92	94	210	112
Cimarrón*	10597	abcdef	91	91	207	107
Zorro	9997	bcdef	91	92	208	111
Centauro	9948	bcdef	91	95	225	133
BG-5450	9730	bcdef	92	92	221	124
Charro	9311	bcdef	94	99	208	129
Zapata 8	8976	bcdef	95	97	217	120
H-161*	8562	cdef	90	91	218	121
H-516	7951	ef	94	97	194	108
H-565	7814	ef	92	95	208	114
H-515	7153	f	91	93	197	109
Promedio Blancos	10131		92	93	213	115
95% Testigo	9100					
CV (%)	19.9		2.1	3.5	21.1	23.0

RESULTADOS 2015
Transición Temporal (1,800 a
2,200 msnm) 60,000
plantas/ha, 140-50- 60 (N-P₂O₅-
K₂O)

Entre las dos localidades, se encontraron diferencias en el rendimiento promedio de grano. **Para Tepanco de López fue de 9,086 kg ha⁻¹, mientras que en la localidad Zacaola, fue de 11,172 kg ha⁻¹.**



RESULTADOS 2015

Transición Temporal (1,800 a 2,200 msnm) 60,000 plantas/ha, 140-50-60 (N-P₂O₅-K₂O)

Híbrido/Varietad	Rendimiento		Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
AMARILLOS						
CIMMYT 10001*	10062	a	94	97	204	103
XR-20A	8610	ab	91	91	197	103
Amarillo Gallero	7573	bc	93	94	200	121
ZAPATA 2	7179	bcd	94	98	196	116
CIMMYT 9004*	6474	bcd	91	91	187	87
VS-54A*	5433	cd	90	91	165	84
VS-55A*	5219	d	91	91	170	93
Promedio Amarillos	7452		92	93	193	103
95% Promedio Testigos	6475					
CV (%)	18.0		2.6	4.0	26.9	36.3

Entre localidades, no se encontraron diferencias en el rendimiento promedio de grano. Para **Tepanco de López fue de 7,427 kg ha⁻¹**, **siendo similar al de Zacaola, que fue de 7,477 kg ha⁻¹**.



Híbrido/Variedad	Rendimiento		Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
BLANCOS						
DK-2061	20260	ab	89	89	258	135
DK-2069	19039	abc	89	89	269	141
Boa	18496	abcde	88	88	256	138
Berrendo	18325	abcde	88	88	246	135
BG-5354	18043	bcde	88	88	252	137
Cimarrón*	18011	bcde	88	88	241	125
DK-2052	17978	bcdef	88	88	250	154
215W Eagle	17802	bcdef	86	86	225	119
BG-5450	17239	cdef	88	89	264	142
Zorro	17062	cdefg	88	89	238	121
Zapata 8	16320	defgh	89	92	247	139
Centauro	16227	fgh	89	92	249	144
Charro	15467	ghi	89	91	255	158
H-161*	14559	ghij	86	87	240	134
H-516	13226	ij	89	92	221	116
H-565	13026	ij	88	90	247	138
H-515	12311	j	88	90	218	116
Promedio Blancos	16877		88	89	244	132
95% Testigo	15471					
CV (%)	10.1		4.9	5.3	15.1	21.3

RESULTADOS 2015
Transición Riego (1,800 a 2,200
msnm) 85,000 plantas/ha

Entre los genotipos evaluados en las tres localidades de prueba, no se encontraron diferencias notorias en el rendimiento promedio de grano. **Para Tepanco de López fue de 16,381 kg ha⁻¹; Zacaola 17,682 kg ha⁻¹ y La Purísima fue de 16,588 kg ha⁻¹,** lo que implica que se tuvo un manejo adecuado y condiciones favorables de suelo y agua en las tres localidades.



RESULTADOS 2015

Transición Riego (1,800 a 2,200 msnm) 85,000 plantas/ha



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Híbrido/Varietal	Rendimiento		Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
AMARILLOS						
CIMMYT 10001	17226	a	88	90	222	107
XR20A	15395	ab	88	88	222	111
Amarillo Gallero	15048	b	90	92	224	125
CIMMYT 9004	14385	b	84	85	218	103
Zapata 2	13849	b	90	93	237	131
VS-54A*	10607	c	84	85	198	103
VS-55A*	10262	c	84	85	196	107
Promedio Amarillos	13948		87	88	222	117
95% Promedio Testigos	12464					
CV (%)	10.4		7.2	6.5	16.7	20.1

En las tres localidades de prueba, prácticamente no se encontraron grandes diferencias en el rendimiento promedio de grano; en **Tepanco de López fue de 13,211 kg ha⁻¹; en Zacaola fue de 14,675 kg ha⁻¹; La Purísima fue de 14,003 kg ha⁻¹.**



RESULTADOS 2016
Valles Altos (2,200 a 2,600 msnm)
60,000 plantas/ha 140-50- 60 (N-
P₂O₅-K₂O)



AGRICULTURA
 SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Híbrido/Variedad	Rendimiento			Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Forraje (kg ha ⁻¹)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
Blancos							
HS-2*	8933	a	9652	95	100	283	139
XR-12	7939	b	6998	89	96	261	120
H-66*	7869	b	5969	84	89	227	96
Stratus	7707	b	6301	90	95	243	96
MSG-2	7352	b	6183	90	94	240	94
H-53 AE*	6285	c	5311	96	98	233	97
Promedio Blancos	7681		6735	91	95	248	107
95% Testigo	7311						
CV (%)	10.6		40.4	3.5	3.3	6.7	13.3

Entre las tres localidades, San Mateo se mostró diferente a Cháhuac y Zacatepec prácticamente en todas las características de la planta y de la mazorca, debido a las condiciones edofoclimáticas de cada localidad. En el rendimiento promedio de grano, en **San Mateo se obtuvo 13,224 kg ha⁻¹**, siendo diferente de las otras dos localidades, las cuales presentaron en promedio, **por una coincidencia fuera de lo común, el mismo rendimiento de 6,149 kg ha⁻¹**.



RESULTADOS 2016
Valles Altos (2,200 a 2,600
msnm) 60,000 plantas/ha
 140-50- 60 (N-P₂O₅-K₂O)



Entre las tres localidades, San Mateo presentó diferente a Cháhuac y Zacatepec prácticamente en todas las características de la planta y de la mazorca, debido a las condiciones edofoclimáticas de cada localidad. En el rendimiento de grano promedio, en **San Mateo se obtuvo 11247 kg ha⁻¹**, siendo diferente de las otras dos localidades, las cuales presentaron en rendimiento de grano promedio de **6938 kg ha⁻¹ para Zacatepec y de 6924 kg ha⁻¹ para Cháhuac.**



Híbrido/Variiedad	Rendimiento			Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Forraje (kg ha ⁻¹)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
Variedades Blancas							
Tropi	9804	a	9649	94	98	309	180
Sintético Serdán*	8588	b	9805	84	92	296	168
Breve	8308	b	8965	82	90	287	162
Centella	6780	c	7219	78	83	257	141
Promedio Var. Blancas	8370		8909	84	91	287	163
95% Testigo	8159						
CV (%)	9.7		24.6	2.9	2.7	4.9	8.7

RESULTADOS 2016
Valles Altos (2,200 a 2,600 msnm)
60,000 plantas/ha 140-50- 60 (N-
P₂O₅-K₂O)



En este subgrupo de genotipos amarillos, entre las tres localidades, San Mateo presentó diferente a Cháhuac y Zacatepec prácticamente en todas las características o componentes del rendimiento de la planta y de la mazorca, debido a las condiciones edofoclimáticas propias del temporal de cada localidad. En el rendimiento promedio de grano, en **San Mateo se obtuvo 12835 kg ha⁻¹**, siendo diferente de las otras dos localidades, las cuales presentaron en promedio, rendimientos de **9546 y 6384 kg ha⁻¹ Cháhuac y Zacatepec, respectivamente** y, que entre ellas son estadísticamente diferentes.



Híbrido/Varietal	Rendimiento			Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Forraje (kg ha ⁻¹)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
Híbridos Amarillos							
BG-1636	10070	a	7203	88	89	265	108
Raptor	9929	a	9253	85	87	264	101
Cirrus	9913	a	9198	87	90	254	98
ST-13 Y*	8442	b	7561	88	92	258	100
Promedio Amarillos	9589		8303	87	90	260	102
95% Testigo	8020						
CV (%)	10.1		26.6	5.0	5.3	4.8	9.0

Híbrido/Varietal	Rendimiento			Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (p<0.05)	Forraje (kg ha ⁻¹)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
BLANCOS							
Antílope	18908	a	11460	87	87	268	145
Boa	18194	a	11646	88	88	261	139
DK-2069	17614	ab	12241	91	91	266	137
DK-2061	17323	ab	12818	87	88	261	140
DK-2037	17003	abc	11896	86	86	256	141
Berrendo	16892	abc	10816	87	87	260	142
Cimarrón*	16788	abc	9501	87	87	246	133
XR-47	16560	abcd	12049	86	86	251	147
BG-5450	15524	bcdef	12985	85	86	263	140
CRM-60	15440	bcdef	11048	88	88	244	128
215W	15197	bcdef	8244	85	85	223	109
BG-5354	14520	cdef	12380	86	86	260	145
Zapata 8	14123	def	13467	88	88	268	155
CRM-52	14034	def	11580	90	90	246	139
H-161*	13467	ef	12916	84	85	251	142
H-53 AE*	12728	f	10749	83	83	236	133
Promedio Blancos	16216		11656	87	87	255	139
95% Testigo	13611						
CV (%)	11.1		22.0	2.0	1.9	3.1	6.3



RESULTADOS 2016
Transición Riego (1,800 a 2,200 msnm)
85,000 plantas/ha 180-60- 60 (N-P₂O₅-K₂O)

Los resultados encontrados entre las localidades en el rendimiento de grano fueron estadísticamente diferentes. El rendimiento de grano mayor fue en la localidad de **Ixcaquixtla con 17920 kg ha⁻¹**, en promedio; las localidades de **San Lorenzo y Tecamachalco mostraron rendimientos de grano similares con promedio de 15324 y 14935 kg ha⁻¹**, respectivamente.



RESULTADOS 2016
Transición Riego (1,800 a 2,200
msnm) 85,000 plantas/ha 180-60- 60
(N-P₂O₅-K₂O)



Híbrido/Variedad	Rendimiento			Floración media (días)		Altura (cm)	
	Grano (kg ha ⁻¹)	Tukey (0.05)	Forraje (kg ha ⁻¹)	Masculina	Femenina	Planta	Mazorca
AMARILLOS							
DK-2061 Y	16417	a	9406	85	85	239	125
Antílope Y	16111	a	11466	86	86	243	131
XR-20 A	14074	b	7572	84	84	223	117
9004*	13368	bc	10985	82	83	233	110
Gallero 5 A*	13090	bc	11870	89	90	232	135
Zapata 2 A	11981	c	10258	90	91	231	126
Promedio Amarillos	14174		10260	86	87	234	124
95% Testigo	12568						
CV (%)	9.3		20.7	1.6	1.3	2.8	6.4

Al comparar los resultados entre las localidades, se mostraron diferencias. La localidad de **Ixcaquixtla** en promedio obtuvo el mayor rendimiento de grano (**16057 kg ha⁻¹**), diferente de **San Lorenzo (14270 kg ha⁻¹)** y diferente de **Tecamachalco (12192 kg ha⁻¹)**.



APLICACIÓN DE COMPOSTA DE CACHAZA AL CULTIVO DE SORGO



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



Composta de cachaza aplicada en el fondo del surco al momento de la siembra



0

5 ton

10 ton

Diferencias en la respuesta a la clorosis férrica. Las plantas amarillas no tienen composta de cachaza, aunque si tienen fertilizante químico



DESCRIPCIÓN DE LOS PAQUETES



FERT TRAD. Fertilización Tradicional: Para una ha, se aplicará 50 kg de Fosfato Diamónico (18-46-0) más 50 kg de Cloruro de potasio (KCl, 0-0-60) más 200 kg de Sulfato de amonio (20.5-0-0), al momento de la siembra; y en la segunda labor se aplicarán 250 kg de Sulfato de amonio. La aplicación será en banda.

ORG LOMB. Fertilización orgánica: Se aplicarán 6 t ha⁻¹ de lombricomposta de cachaza, todo al momento de la siembra. La aplicación será en banda.

DISAGRO. Paquete propuesto por esta empresa para el cultivo de sorgo: Para una ha se aplicarán 300 kg de Nutrisorgo al momento de la siembra y, 300 kg de Nutriextend en la segunda labor. Aplicado en banda.

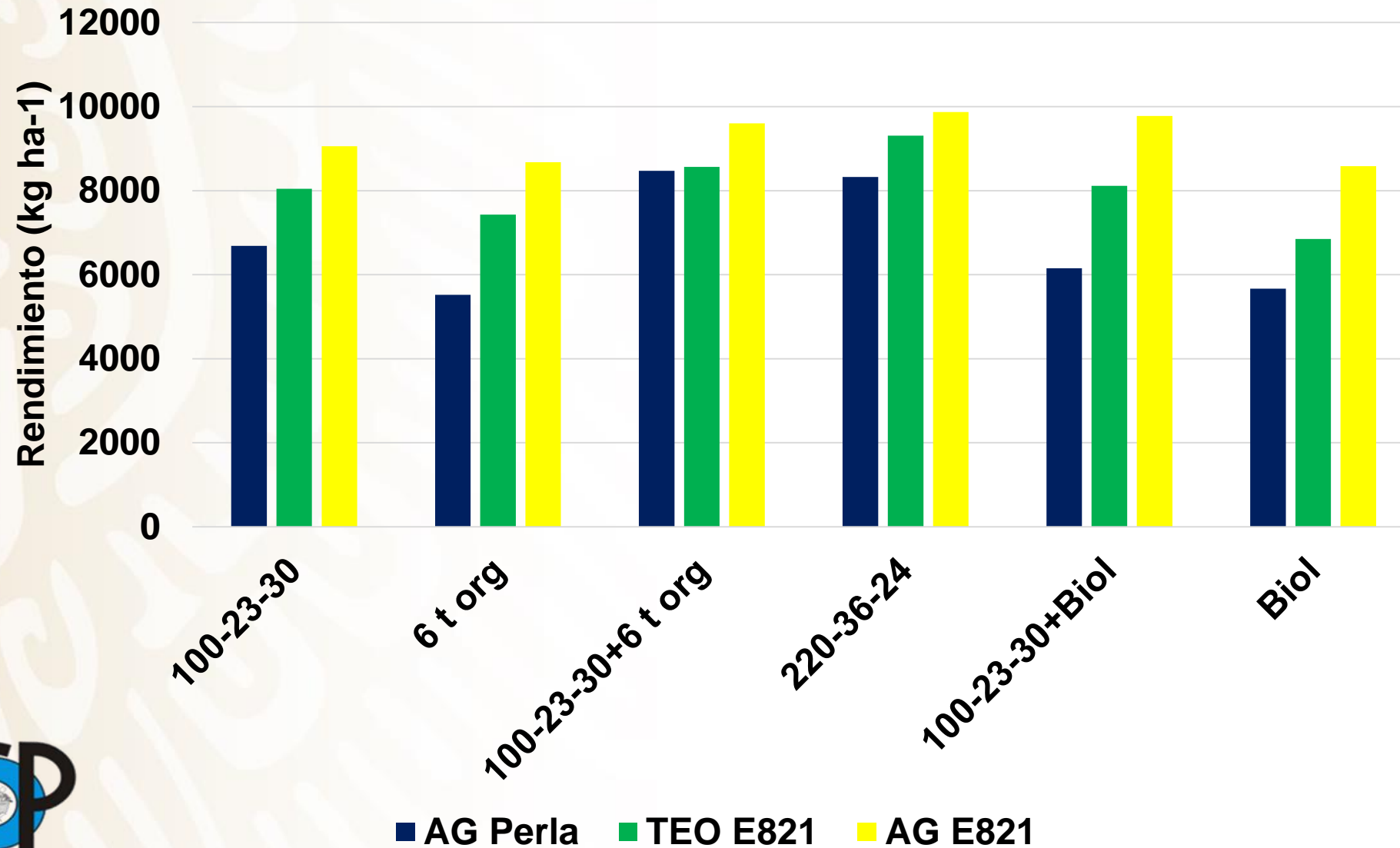
BIOL Y LIX. Fertilizante líquido Biol más los lixiviados producidos por este proceso. La formulación será de acuerdo a la recomendación del fabricante.

VAR PERLA y VAR E821. Las variedades a utilizar en parcela grande.





Rendimiento de sorgo 2012



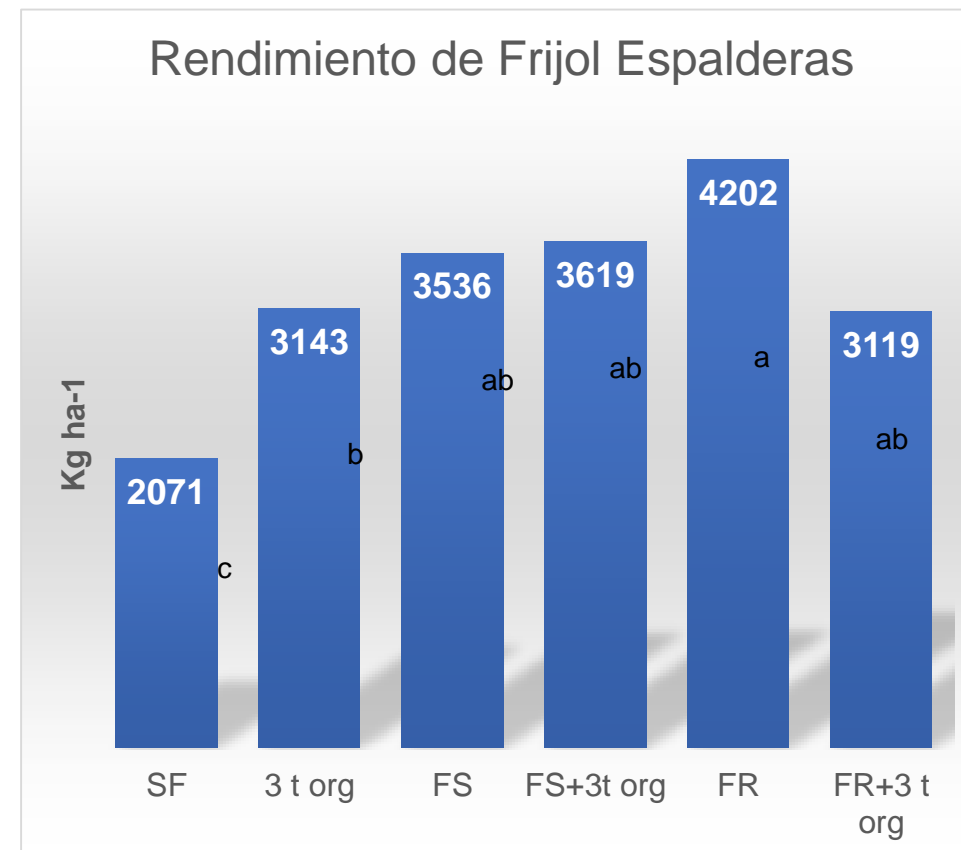
PROYECTOS:
producción de maíz y frijol en espalderas bajo condiciones de riego,
lombricomposta y fertirrigación.





Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Proteína (kg ha ⁻¹)
6	4061.3 a	705.44 a
5	3466.9 a	616.94 a
4	3262.5 a	563.7 ab
3	3159.4 ab	558.86 ab
2	2107.5 bc	388.16 bc
1	1216.9 c	208.91 c
DHS (Tukey $\alpha=0.05$)	1131.7	205.19

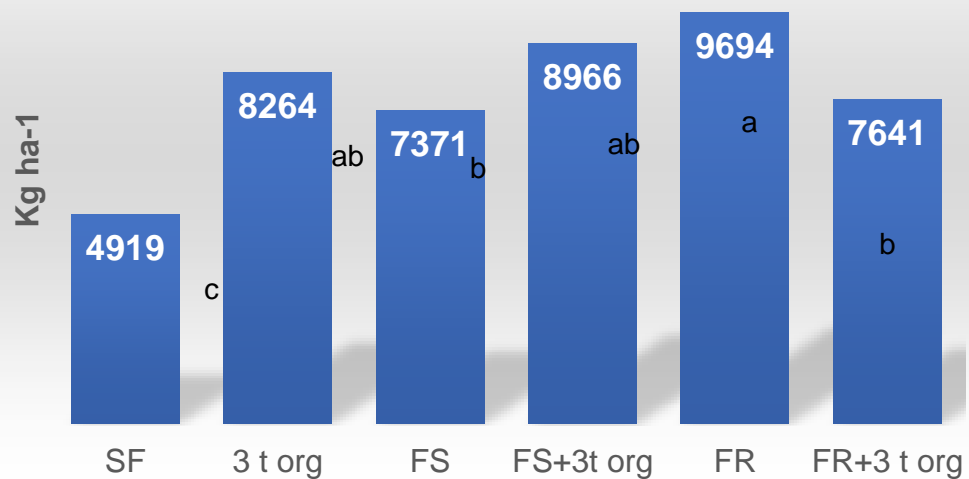
Rendimiento de grano y proteína San Felipe Teotlalcingo, 2013



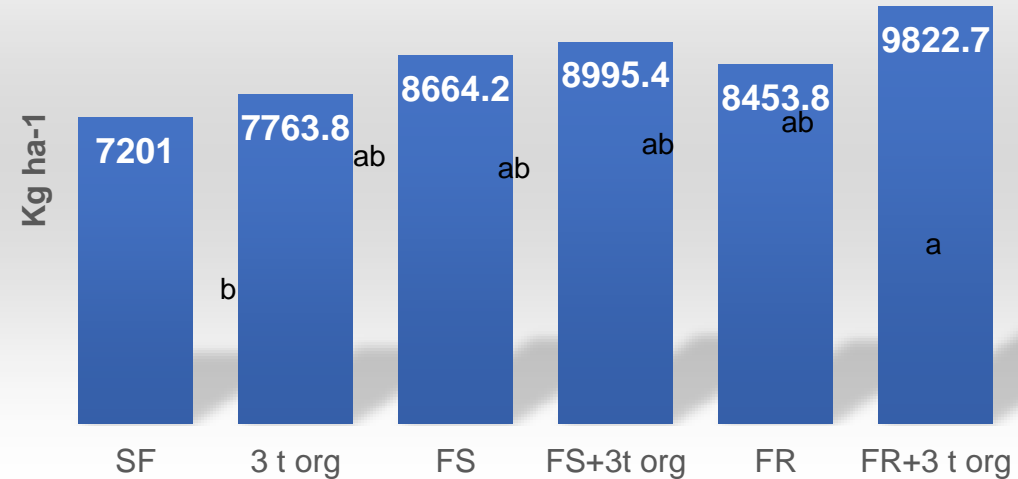




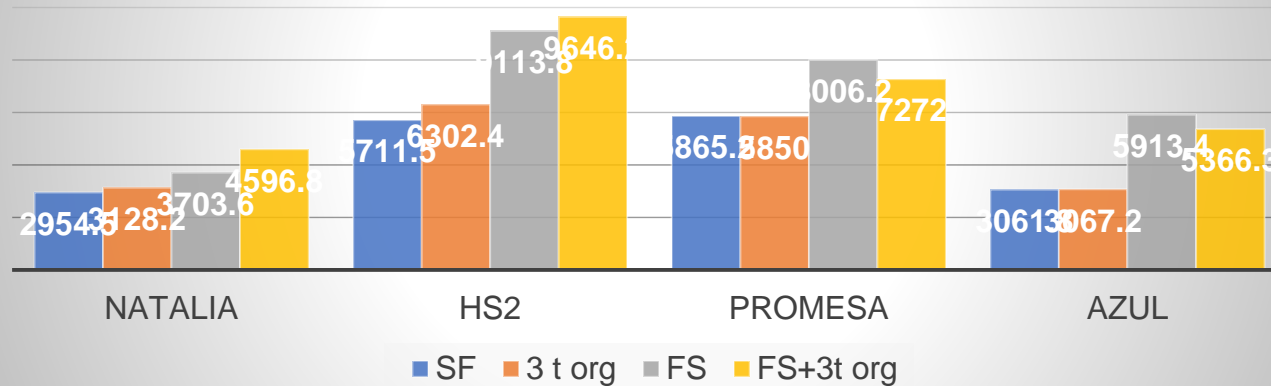
Rendimiento de Maíz 2012



Rendimiento de Maíz 2013

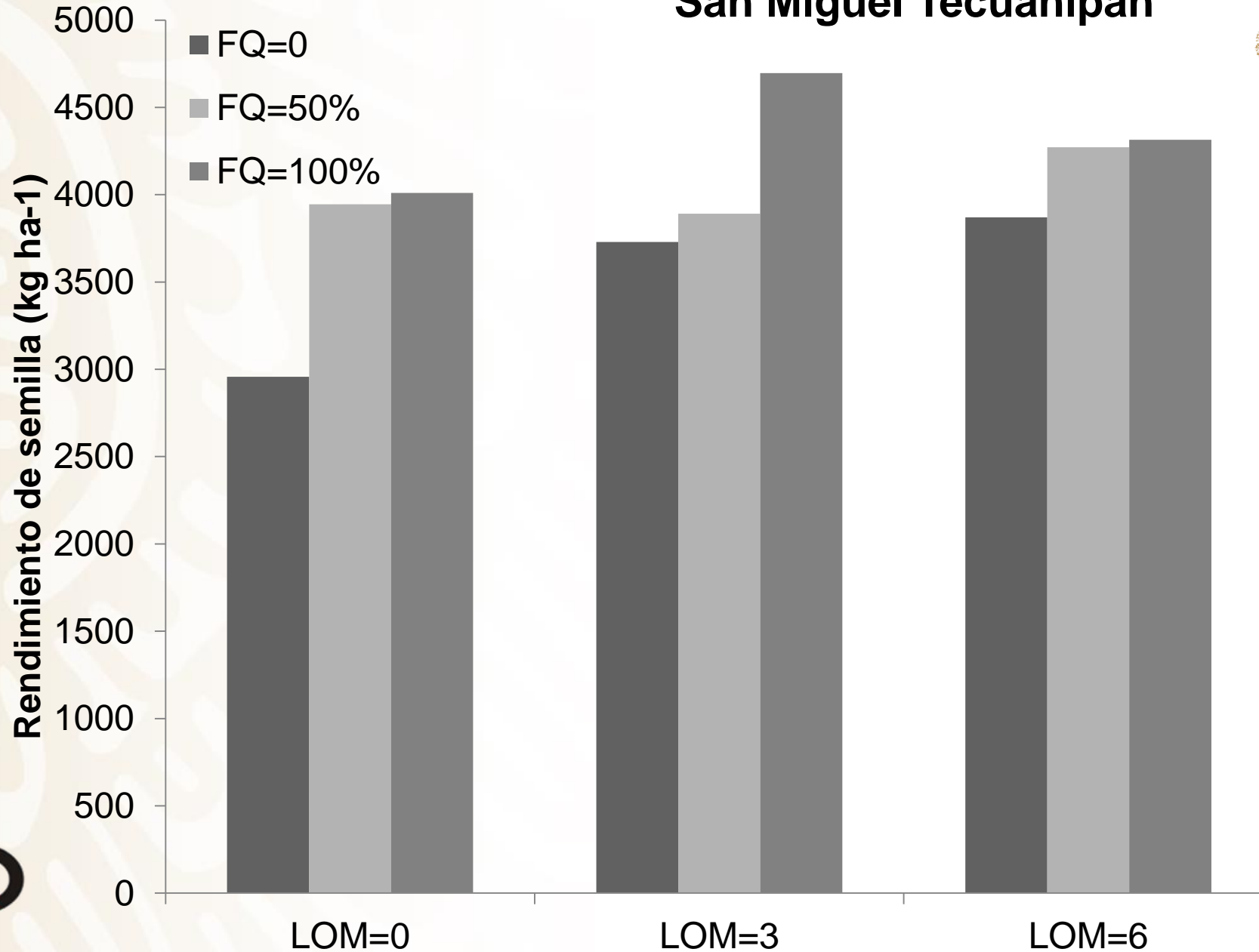


Rendimiento De Maíz 2014

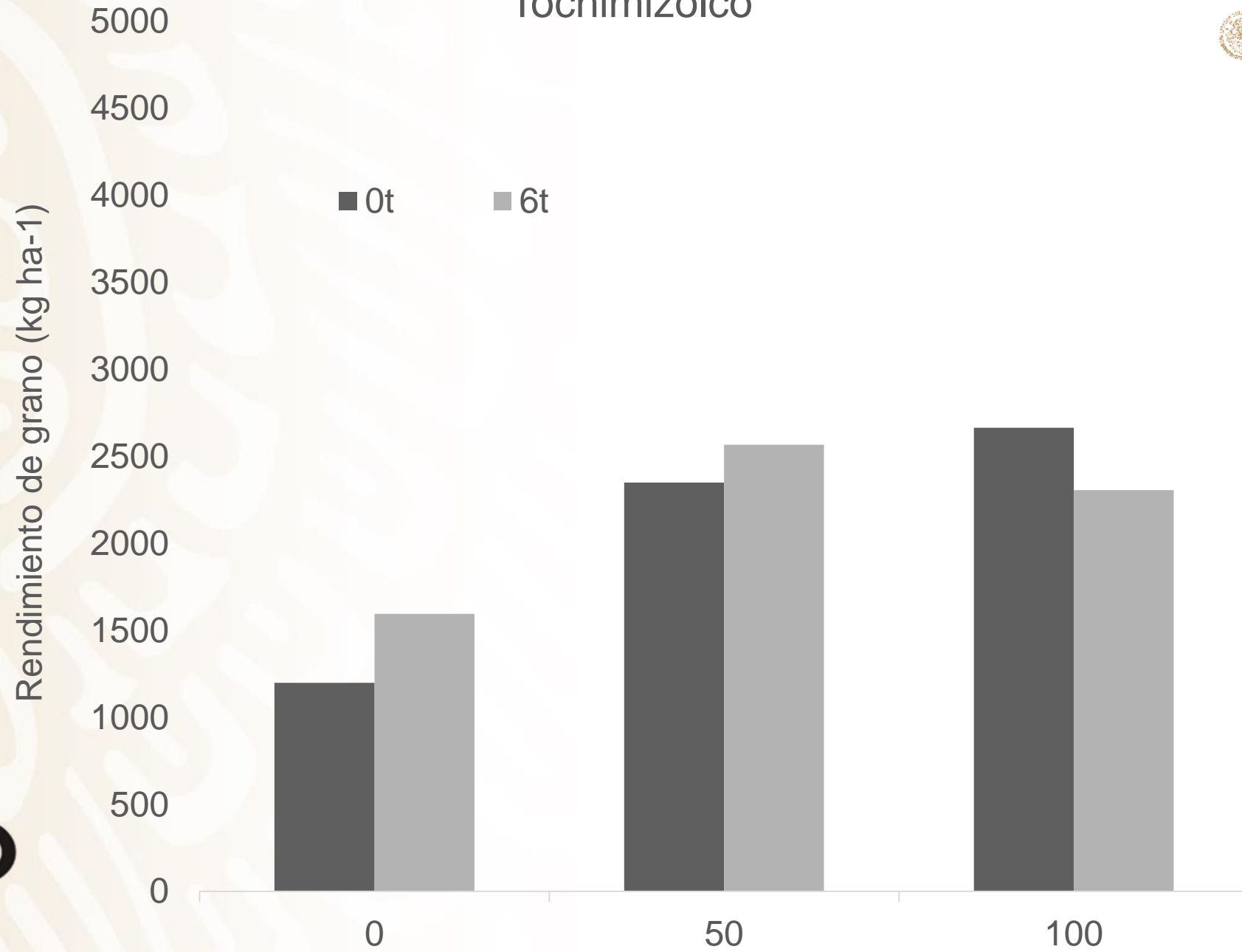




San Miguel Tecuanipan



Tochimizolco



Cuadro 2. Prueba de medias de los variable medidas de chía (*Salvia hispánica* L.), en Tochimilco, Puebla.

Variedad y Tratamiento	Altura (cm)	Peso de planta (kg, 2.1 m ²)	Peso de grano (g, 2.1 m ²)	No. Espigas	Diámetro del tallo (cm)
Negra	173.063 a	1.6034 a	375.63 a	1271.2 a	0.77500 a
Pinta	163.313 b	0.8872 b	169.37 b	742.1 b	0.71875 a
DHS	8.470	0.2419	37.27	402.2	0.1351
Sin Fertilizante	169.125 a	1.3488 a	214.64 b	1093.4 a	0.78750 a
Bocashi	171.625 a	1.2231 a	301.30 a	975.0 a	0.72500 a
Gallinaza	171.250 a	1.2375 a	312.75 a	973.3 a	0.70000 a
Gallinaza+bocashi	160.750 a	1.1719 a	261.31 ab	984.9 a	0.77500 a
DHS	16.055	0.4585	70.65	402.2	0.2561

DHS: Diferencia honesta significativa (Tukey $p \leq 0.05$). Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales.



Variedad	Trat.	Altura (cm)	DS	Peso de planta (g)	DS	Peso de grano (g)	DS
Negra	SF	145.3 a	±24.3	322.5 b	±118.1	50.6 c	±16.6
	Bo	154.6 a	±13.1	643.8 a	±157.1	104.1 b	±31.8
	Ga	162.0 a	±11.6	718.8 a	±178.9	136.7 ab	±46.0
	Bo+Ga	161.4 a	±8.2	800.0 a	±192.6	172.8 a	±37.0
	DHS	24.1		207.5		36.6	
Pinta	SF	128.6 b	±8.5	350.0 b	±68.4	58.6 b	±14.5
	Bo	145.0 ab	±5.7	503.8 a	±100.6	92.5 ab	±28.9
	Ga	158.8 a	±12.1	477.5 ab	±53.3	97.4 ab	±11.6
	Bo+Ga	153.8 a	±9.8	582.5 a	±33.3	124.1 a	±16.1
	DHS	19.1		146.6		44.8	
Blanca	SF	124.9 a	±14.4	473.8 b	±71.5	81.9 c	±6.2
	Bo	142.2 a	±14.2	563.8 ab	±111.4	85.0 bc	±18.6
	Ga	131.7 a	±44.0	538.8 ab	±119.6	120.7 ab	±25.7
	Bo+Ga	131.4 a	±8.8	603.8 a	±73.3	121.8 a	±12.1
	DHS	19.0		117.3		36.5	





¡GRACIAS!

AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



DR. ENGELBERTO SANDOVAL CASTRO
Campus Puebla – Colegio de Postgraduados SADER
engelber@colpos.mx

