



**UNALM**



**Agrobanco**

Financiamiento, Asistencia Técnica y Capacitación

**GUÍA TÉCNICA**

ASISTENCIA TECNICA DIRIGIDA EN  
**“FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO  
DEL MAIZ AMARILLO DURO”**



**EXPOSITORA:**  
**Ing. Ceila Paquita Lao Olivares**

**CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
PERÚ 2013**



**OAEPS**

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

# ASISTENCIA TÉCNICA DIRIGIDA EN FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DEL MAIZ AMARILLO DURO

## CONTENIDO

I. LA FERTILIZACIÓN EN MAÍZ.....	4
II. EL PROBLEMA DE LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ.....	5
III. ¿CUÁNTO APLICAR? .....	10
IV. ¿QUÉ APLICAR?.....	15
V. ¿CUÁNTO APLICAR?.....	16
VI. ¿CÓMO APLICAR? .....	18
VII. DEFICIENCIA DE NUTRIENTES .....	19

## I. LA FERTILIZACIÓN EN MAÍZ

En el Perú la demanda de maíz amarillo duro es de 2.5 millones de toneladas, cantidad que nuestro país no produce, por lo que en el año 2010, el 40% fue de producción nacional y 60% importada.

El rendimiento promedio nacional es de 5.5 t/ha. el maíz importado ha sido históricamente más barato que el maíz amarillo duro nacional, pero de acuerdo con los propios avicultores, el maíz nacional es más caro pero de mejor calidad; de allí la preferencia que no permite el desplazamiento del maíz de producción nacional.

Los costos de producción determinados por el Ministerio de Agricultura, para el maíz amarillo duro van de 2 700 a 3 100 nuevos soles por hectárea (Dirección General de Promoción Agraria – MINAG), la variación se enmarca en el nivel tecnológico empleado. Una información directa de agricultores maiceros del valle de Cañete, consultados telefónicamente, da cuenta de un costo de producción de 5 500 nuevos soles por hectárea en terrenos de buena calidad y con una producción esperada de 10 t/ha; en tierras de menor calidad el costo disminuye a 4 600 soles/ha y el rendimiento esperado baja a 6 t/ha.

Si se incrementa la producción de 5.5 t/ha a 10 t/ha, se podría no sólo satisfacer la demanda nacional, sino que haríamos un gran favor a los productores nacionales de maíz amarillo duro.

En el Perú se dedica cerca de 300 000 hectáreas al cultivo de maíz amarillo duro, por lo que si se llegara a un promedio de 10 t/ha a nivel nacional, se podría producir 3 millones de toneladas, lo que satisfaría la demanda nacional sin ampliar el área de cultivo.

El desafío está en desarrollar una tecnología adecuada la misma que sería complementada con un plan de transferencia de la misma a los agricultores.

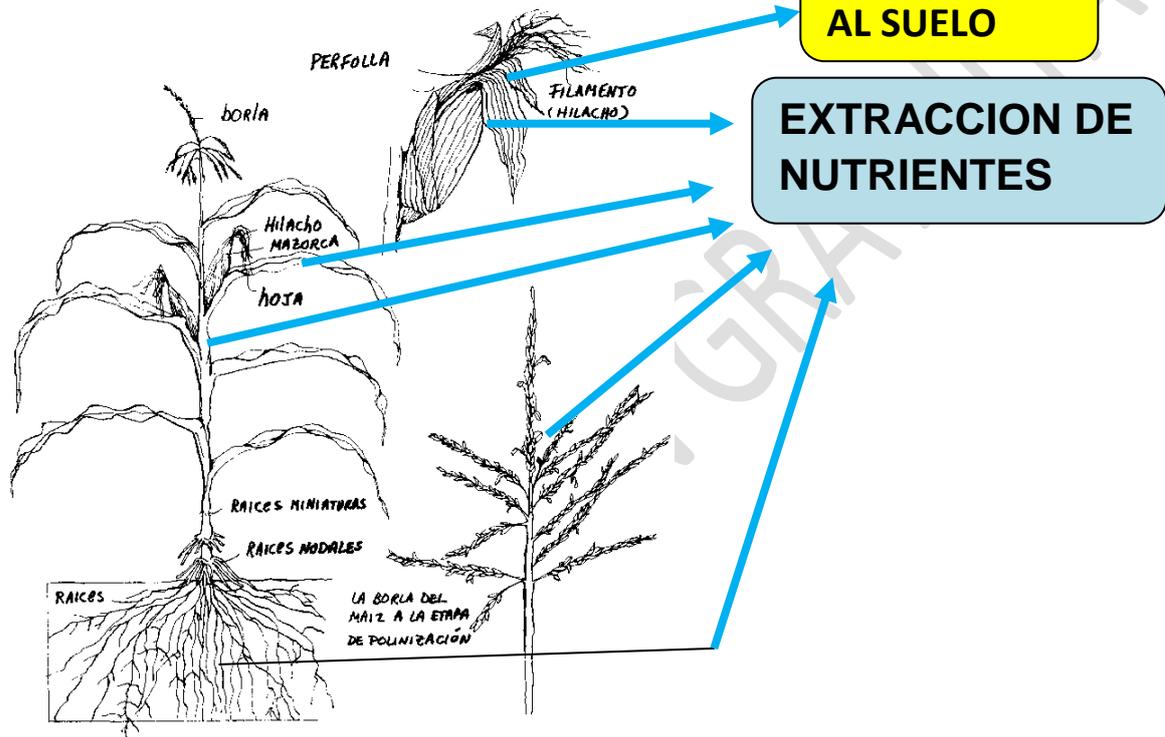
## **II. EL PROBLEMA DE LA NUTRICIÓN DEL MAÍZ**

La planta requiere de nutrientes para su crecimiento y desarrollo, los mismo que en gran medida no regresan al suelo o regresan en forma compleja que demoran en liberarse de los diferentes compuestos que dejan los residuos.

En realidad la planta extrae nutrientes, pero ellos no regresan al suelo para su disponibilidad o toma por las plantas en forma inmediata, pues por lo general debe pasar un determinado tiempo para que los elementos puedan ser absorbidos por la nueva planta.

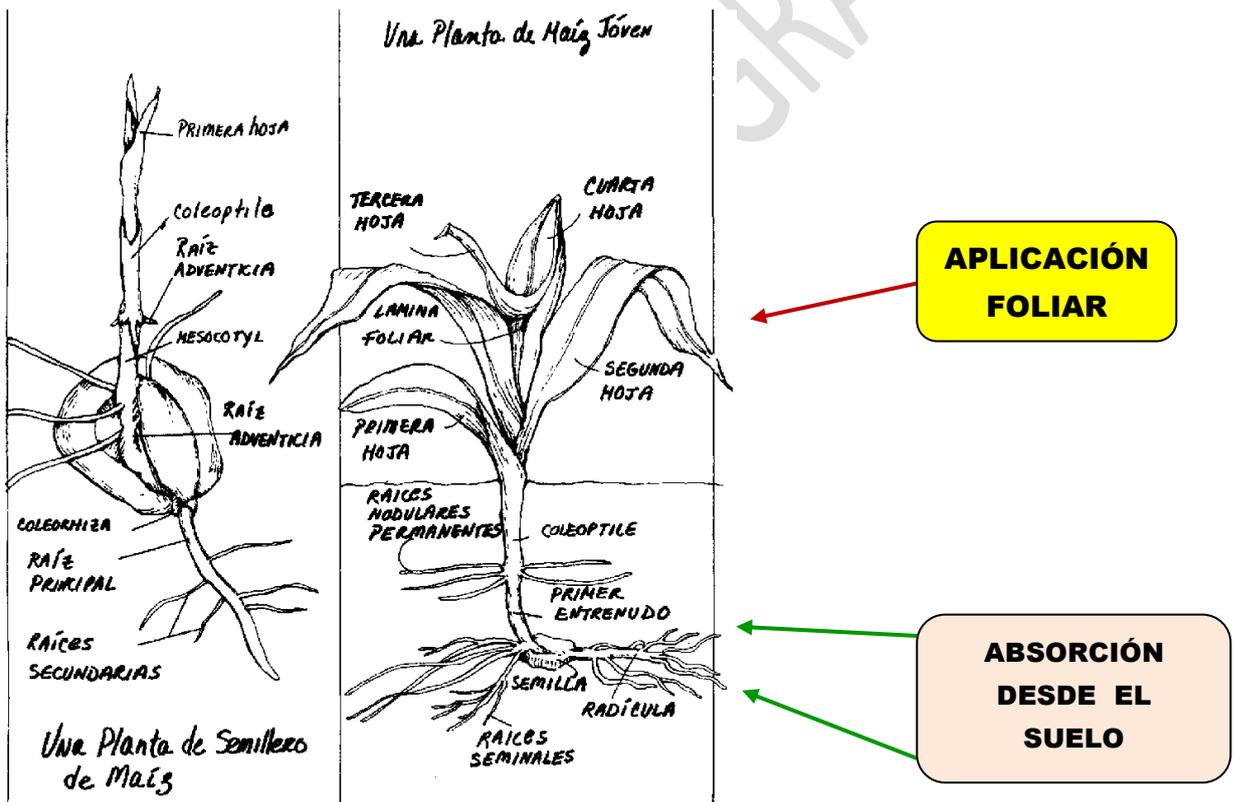
La planta es el único ser vivo que puede alimentarse de iones, los animales se alimentan de compuestos, que son elaborados por la planta.





La planta con la finalidad de abastecerse de elementos, los va a absorber por las raíces desde el suelo o por las hojas en aplicaciones dirigidas a este órgano.

Para ello se requiere que los elementos se encuentren en condiciones de ser absorbidos por la planta, sea a nivel radicular o por vía foliar.



Los elementos nutricionales, requieren cumplir determinados requisitos para ser considerados como tales, siendo los criterios de esencialidad:

1. Debe participar directamente en el metabolismo de la planta
2. Deficiencia del elemento impide que la planta complete su ciclo vital
3. No puede ser reemplazado con otro que tiene propiedades similares

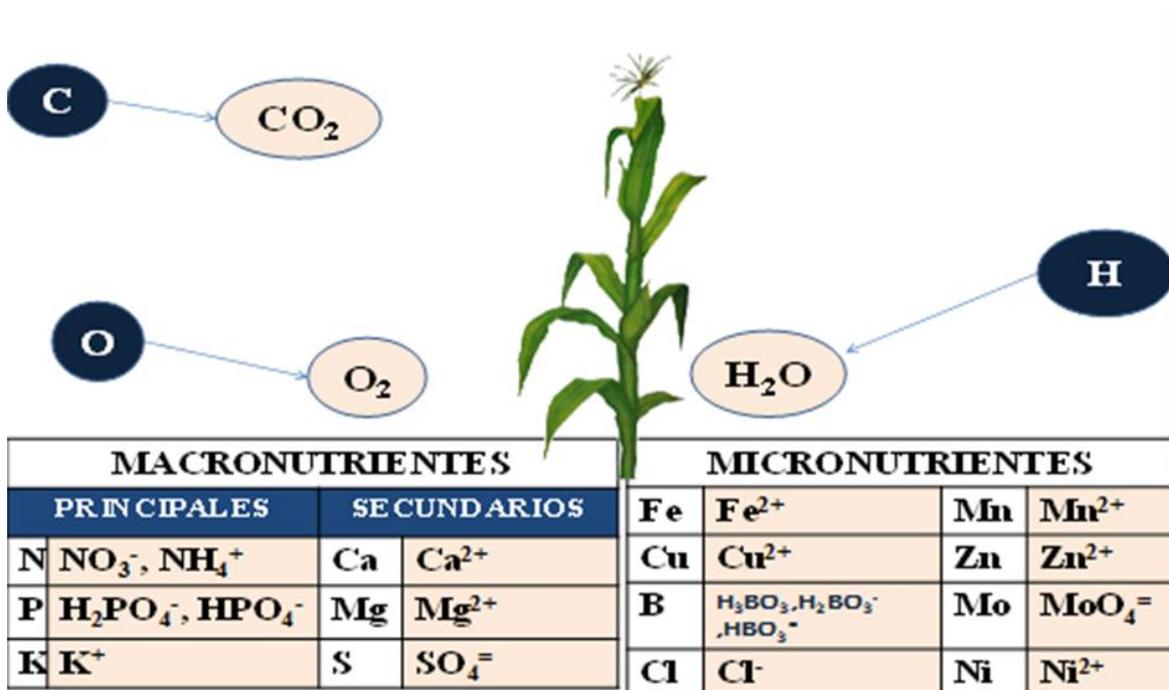
Los nutrientes así definidos pueden ser requeridos en cantidades muy variables como lo podemos observar en el siguiente cuadro:

**ELEMENTOS ESENCIALES Y CONCENTRACIONES ADECUADAS EN PLANTAS**

<b>Elemento</b>	<b>Concentración en tanto por 100 en el tejido seco</b>	<b>Número relativo de átomos en relación con el Mo</b>
Molibdeno	0.00001	1
Cobre	0.0006	100
Zinc	0.0020	300
Manganeso	0.0050	1.000
Hierro	0.010	2.000
Boro	0.002	2.000
Cloro	0.010	3.000
Azufre	0.1	30.000
Fósforo	0.2	60.000
Magnesio	0.2	80.000
Calcio	0.5	125.000
Potasio	1.0	250.000
Nitrógeno	1.5	1.000.000
Oxígeno	45	30.000.000
Carbono	45	35.000.000
Hidrógeno	6	60.000.000

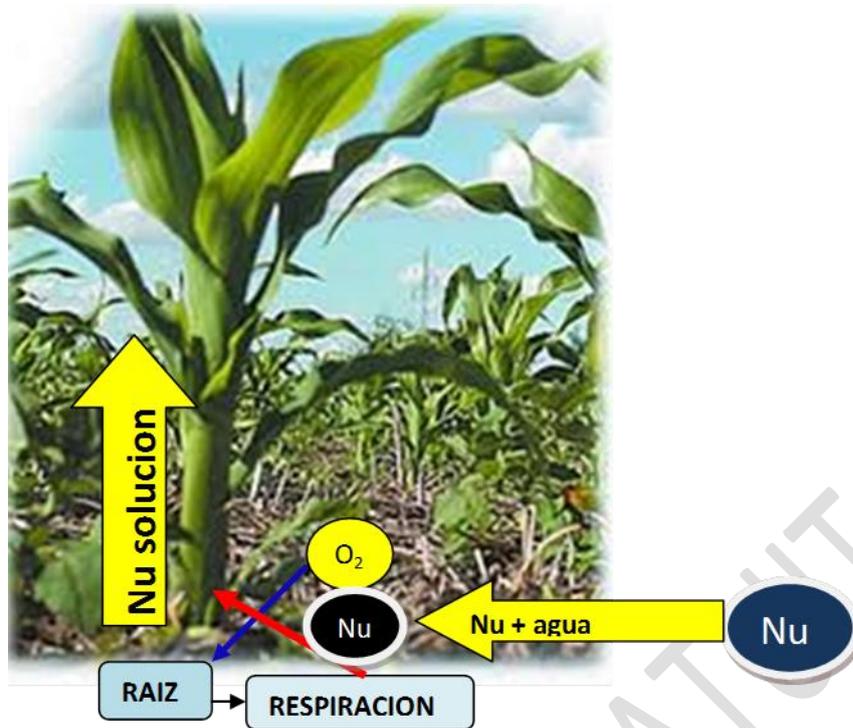
Estos elementos pueden ser absorbidos de la atmósfera( C, H,O), o del suelo, dentro de los cuales se tienen los que son extraídos en altas cantidades (N,P,K, Ca, Mg, S), algunos de ellos no son abastecidos normalmente por el suelo (N, P y K), otros que normalmente los abastece (Ca, Mg, S) y los que son requeridos en pequeñas concentraciones(Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Cl, Ni).

Estos nutrientes son absorbidos por la planta bajo determinadas condiciones que influyen en su forma de presentación y facilidad para su absorción:



Como se observa los elementos como O e H son absorbidos con oxígeno (respiración) y agua, que sirva para el movimiento de los iones fuera y dentro de la planta.

Es por ello que las propiedades físicas del terreno, como estructura, compactación que influye en la porosidad son de marcada importancia en la absorción de nutrientes



Para compensar la extracción efectuada por los cultivos, se deben aplicar fertilizantes, esta en función de las siguientes preguntas:

### III. ¿CUÁNTO APLICAR?

Por ello se debe conocer las características del suelo y su contenido de elementos, para ello es necesario disponer de un análisis de suelo, para lo cual se debe tomar una muestra compuesta de suelos, la misma que debe remitirse a un laboratorio de reconocida seriedad y garantía.

$$\text{Fertilizante a aplicar} = \frac{\text{EXTRACCION POR PARTE DE LA PLANTA-(APORTE DEL SUELO + AGUA)}}{\text{EFICIENCIA DEL FERTILIZANTE APLICADO}}$$

En forma paralela se debe considerar la extracción de nutrientes por unidad de producción, estos datos normalmente son foráneos, pues para nuestra realidad y en forma específica en la zona en la cual se va a sembrar no existen.

La producción se encuentra en función del:

- a. Tipo de planta, referida que en maíz existen diferentes híbridos o material genético diferente, y como tal su capacidad de extracción es diferente.
- b. Suelo, pues no todos los elementos presentes en el suelo se encuentran en capacidad de ser absorbidos por la planta.
- c. Clima, Las condiciones climáticas existentes permiten un mayor o menor crecimiento y desarrollo de la planta y como tal la extracción de nutrientes va a variar.
- d. Las prácticas culturales efectuadas.

Podemos para esta exposición tomar lo indicado por INPOFOS

### **REQUERIMIENTOS Y EXTRACCIÓN EN GRANO DE NUTRIENTES.**

<b>Nutriente</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Índice de Cosecha</b>	<b>Extracción</b>
	<b>kg/ton</b>		<b>kg/ton</b>
<b>Nitrógeno</b>	<b>22</b>	<b>0.66</b>	<b>14.5</b>
<b>Fósforo</b>	<b>4</b>	<b>0.75</b>	<b>3.0</b>
<b>Potasio</b>	<b>19</b>	<b>0.21</b>	<b>4.0</b>
<b>Calcio</b>	<b>3</b>	<b>0.07</b>	<b>0.2</b>
<b>Magnesio</b>	<b>3</b>	<b>0.28</b>	<b>0.8</b>
<b>Azufre</b>	<b>4</b>	<b>0.45</b>	<b>1.8</b>
	<b>g/ton</b>		<b>g/ton</b>
<b>Boro</b>	<b>20</b>	<b>0.25</b>	<b>5</b>
<b>Cloro</b>	<b>444</b>	<b>0.06</b>	<b>27</b>
<b>Cobre</b>	<b>13</b>	<b>0.29</b>	<b>4</b>
<b>Hierro</b>	<b>125</b>	<b>0.36</b>	<b>45</b>
<b>Manganeso</b>	<b>189</b>	<b>0.17</b>	<b>32</b>
<b>Molibdeno</b>	<b>1</b>	<b>0.63</b>	<b>1</b>
<b>Zinc</b>	<b>53</b>	<b>0.50</b>	<b>27</b>

Es decir si queremos obtener 10 t (que sería el promedio de la obtención de la zona), se tendría que aplicar 145 kg de N, 30 kg de P = 69 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40 kg de K = 48 kg K<sub>2</sub>O, entre los macronutrientes primarios.

Pero el suelo presenta un potencial de nutrientes, tal como lo podemos apreciar en estos análisis de Huaura

pH	C.E. (1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	P	K	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				
						Arena	Limo	Arcilla			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
( 1:1 )	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g					
7.99	8.46	4.60	0.14	6.0	231	98	2	0	A.	3.20	2.35	0.32	0.27	0.27	0.00
7.93	0.50	4.80	2.34	2.9	115	40	38	22	Fr.	8.00	5.65	1.88	0.24	0.23	0.00
8.16	0.31	2.90	1.45	1.1	63	34	38	28	Fr.Ar.	9.60	7.02	2.17	0.18	0.23	0.00
7.91	0.37	3.80	1.59	2.3	83	42	36	22	Fr.	8.00	5.20	1.82	0.33	0.65	0.00
7.82	0.36	2.40	1.38	1.2	72	38	36	26	Fr.	9.12	7.11	1.58	0.20	0.23	0.00
7.85	0.42	3.80	1.72	2.8	83	46	34	20	Fr.	8.80	5.95	1.70	0.31	0.84	0.00
7.90	0.35	3.80	0.97	2.1	58	44	34	22	Fr.	7.04	4.39	1.62	0.22	0.82	0.00

Con respecto al primer suelo:

## NITRÓGENO

Se tiene 0.14% de MO, el contenido total en una hectárea se determina con la fórmula:

$$MO = \text{Peso de la Hectárea} = Da \text{ (t/ha)} \times Vt$$

Entonces

$$MO = 1.6 \text{ t/m}^3 \times 0.20 \text{ m} \times 10000 \text{ m}^2 = \mathbf{3200 \text{ t /hectárea}}$$

$$100 \text{ ----- } 0.14 \qquad X = \frac{3200 \times 0.14}{100} = 4.48 \text{ t de MO}$$

$$\mathbf{3200 \text{ ----- } X}$$

La MO del suelo presenta un 5% de N total, para determinar el N total se aplica la fórmula

$$N_{\text{total}} = MO \times 0.05$$

Entonces

$$N_{\text{total}} = 4.48 \text{ t} \times 0.05 = 224 \text{ kg de N total}$$

Este Ntotal sufre un proceso de mineralización, asumamos por las características del suelo (no hay arcillas, buena aireación, buena humedad, pH) = 4% anual

224 kg Ntotal x 0.04 = 8.96 kg de N liberado en el año

El maíz sólo dura en el campo 4 a 6 meses = solo hay 4.48 kg de N liberado para el maíz.

Todo el N liberado no lo absorbe la planta, se asume un 30% =1.3 kg, que aporta la MO del suelo

## FÓSFORO

El Fósforo = 6 mg de P ----- 1000 g de suelo

$$X = \frac{3200 * 6}{1000} = 19.2 \text{ kg de P} * 2.3 = 44.16 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$X \text{ -----} 3200 \text{ t de suelo} \quad 1000$$

De ello se asume el 30% absorbido por la planta = 13.2

## POTASIO

El potasio= 231 mg ----- 1000 g de suelo

$$X = \frac{3200 * 231}{1000} = 739.2 \text{ kg K} * 1.2 = 887.04 \text{ kg de K}_2\text{O}$$

$$X \text{ -----} 3200 \text{ t de suelo} \quad 1000$$

De ello se asume que la planta puede absorber el 30% = 887.2 \* 0.3=266.1 kg de K<sub>2</sub>O

	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
<b>Demanda</b>	145	69	48
<b>Aporte del suelo</b>	1.3	44.16	266.1
<b>Diferencia</b>	143.7	24.84	-218.1

En una fertilización inorgánica o química, se podrían emplear abonos simples:

- a. Nitrato de Amonio, por efectos del pH, la presencia de sales y presencia de carbonatos libres, este abono tendría mayor eficiencia que la urea, desde el punto de vista técnico.

$$\begin{array}{l} 33.5 \text{ N} \text{ ----- } 100 \text{ Nitrato de amonio} \\ 143.7 \text{ ----- } X \end{array}$$

$$X = \frac{143.7 * 100}{33.5} = 429 \text{ kg} * 0.6 \text{ de eficiencia} = 715 \text{ kg}$$

- b. Superfosfato Triple de calcio

$$\begin{array}{l} 46 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ ----- } 100 \text{ ST} \\ 24.84 \text{ ----- } X \end{array}$$

$$X = \frac{24.86 * 100}{46} = 54.04 \text{ kg de ST} * 30\% \text{ de eficiencia} = 180.13 \text{ kg de ST}$$

- c. Cloruro de Potasio: Aplicación de mantenimiento (60 kg)

$$60 \text{ K}_2\text{O} \text{ ----- } 100 \text{ ClK}$$

$$60 \text{ kg} \text{ ----- } 100 \text{ kg de ClK} * 70\% \text{ de eficiencia} = 142.86 \text{ de ClK}$$

Se requiere aplicar

- a. 715 kg de Nitrato de Amonio  
 b. 180.13 kg de Superfosfato Triple de Calcio  
 c. 142.86 kg de Cloruro de Potasio

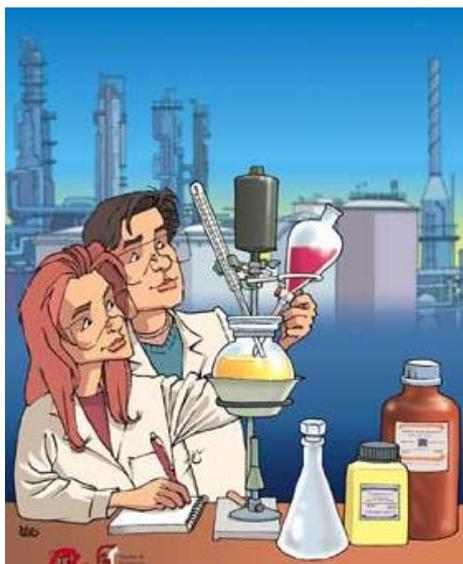
Fertilización orgánica:

Guano de Islas (10-10-2)

$$10 \text{ ----- } 100$$

$$239.5 \text{ ----- } 2395 \text{ kg de Guano de Islas}$$

114.2 kg de sulfato de potasio.



Recuerda que la fertilización del cultivo, depende del análisis de suelos que se realiza en el laboratorio.

#### IV. ¿QUÉ APLICAR?

Se debe seleccionar entre los fertilizantes orgánicos e inorgánicos, en estos últimos se debe distinguir entre los simples y compuestos, de acuerdo con las características del suelo, del fertilizante, de la planta, las condiciones climáticas y las prácticas culturales.

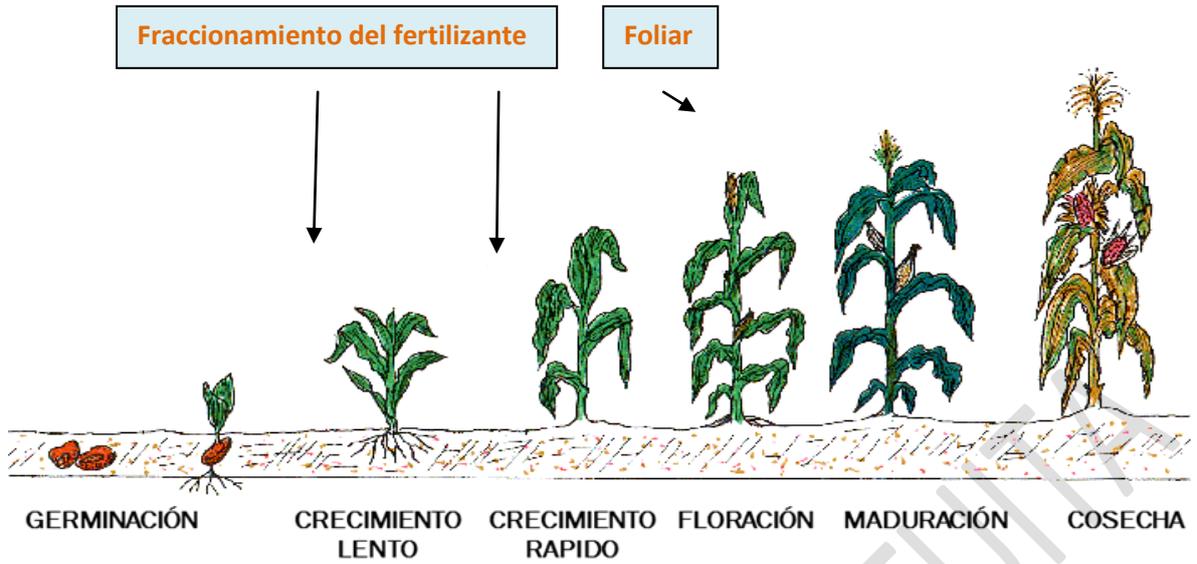
Fertilizante	Efecto inmediato o a corto plazo	N %	Otros componentes importantes %	Efectos a largo plazo
Nitrato de amonio	Ninguno	31,5 (Perú)	50 NH <sub>4</sub> y 50 NO <sub>3</sub> < 3% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Moderadamente ácido
Sulfato de amonio	Ninguno	20,5		Muy ácido
Fosfato diamónico	Básico, libera una molécula de NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	18-21	46%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Moderadamente ácido
Urea	Ligeramente básico	45-46	-	Moderadamente ácido
Nitrato de sodio	Escaso	16	-	Básico
Nitrato de calcio	Escaso	15,5	-	Básico
Nitrato de potasio	Escaso	13,5	38 K	Básico

Fertilizante	Total $P_2O_5$ (%)	% Solubilidad en:		Otros elementos importantes (%)
		Agua	Ácido cítrico 2%	
Superfosfato simple	18-21	14-18	16-18	-
Superfosfato triple	42-46	38-40	40-44	-
Fosfato de amonio	50-54	46-50	48-52	11-12% N
Fosfato diamónico	42-46	38-40	40-44	18% N
Fosfatos naturales	20-30	-	8-20	-

Fertilizantes	% $K_2O$ Total	$K^a$ (%)	Otros elementos presentes (%)	
Cloruro de potasio (muriato), KCl	60-62	49,8-51,5	2,5	cloro
Nitrato de potasio, $KNO_3$	44	38,7	13,8	nitrógeno
Sulfato de potasio, $K_2SO_4$	50-52	41,5	18	azufre
Sulfato de potasio-magnesio, $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	22	18,3	11 22	magnesio + azufre

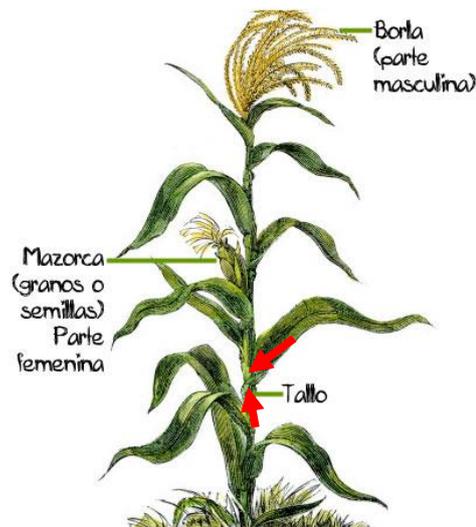
## V. ¿CUÁNTO APLICAR?

Para este efecto se debe considerar la fenología del cultivo, la misma que podemos resumirla en:



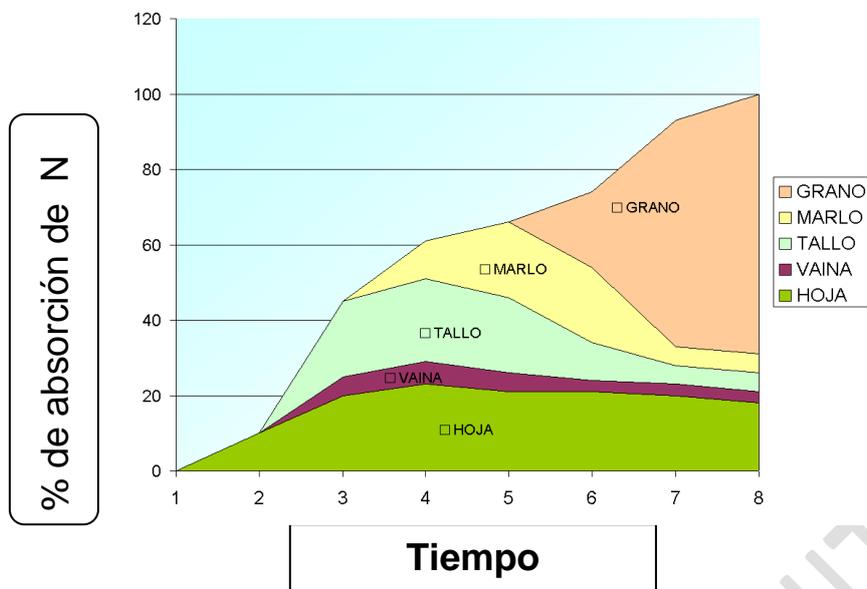
Considerando ello se pueden proponer diferentes épocas de aplicación de los nutrientes, porque primero la planta absorbe nutrientes para formar la hoja y de allí pasa a los granos el producto elaborado.

Partes de la planta del maíz



Migración de compuestos para el





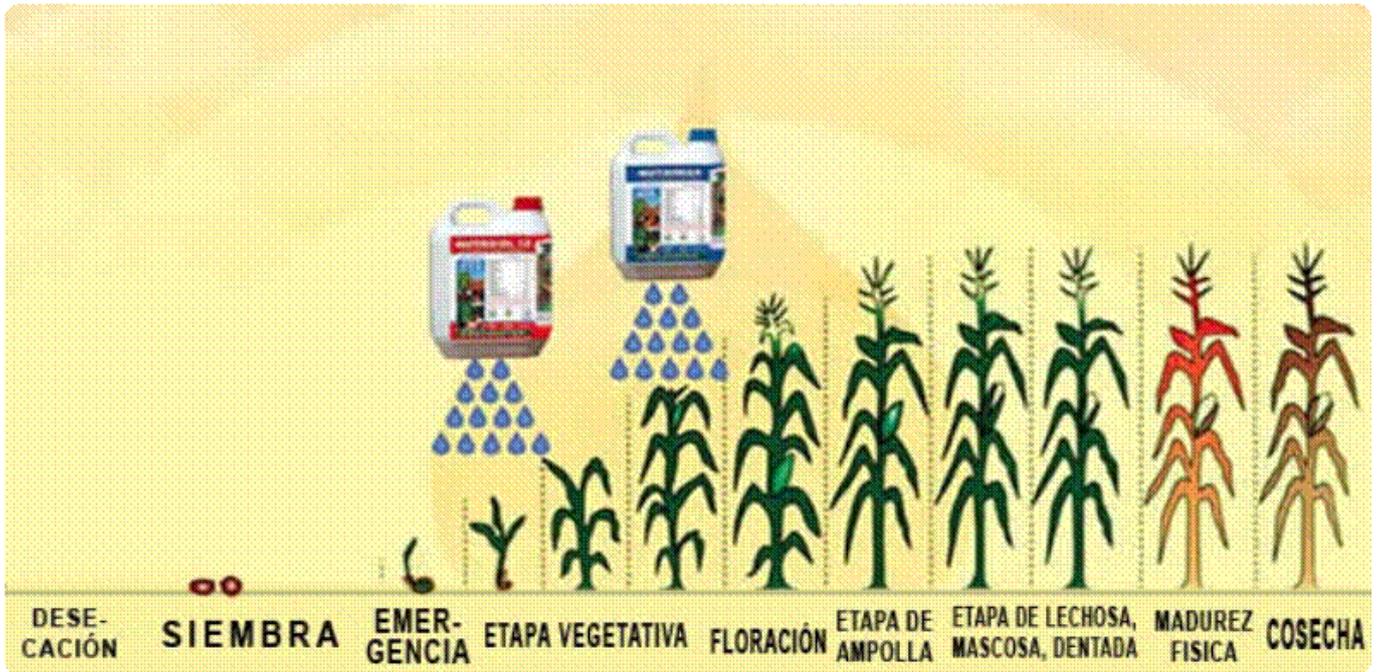
En el gráfico se observa en el caso del Nitrógeno, donde observa que primero se desarrollan las partes foliares y luego a partir de ellas los frutos.

## VI. ¿CÓMO APLICAR?

Normalmente la aplicación va directamente a los órganos que absorben los nutrientes, como es el sistema radicular, luego los fertilizantes deben ser aplicados lo más cerca de estos órganos, normalmente lo ideal es alrededor de la planta, pero lo más práctico es aplicarlo en banda. Sin embargo en muchas zonas se estila la aplicación en puyado efectuando previamente un pequeño hueco.

Se debe considerar que los elementos no se mueven con la misma facilidad, por ello su abastecimiento debe ser lo más cerca posible de las raíces y abarcando el mayor volumen de este.





## VII. DEFICIENCIA DE NUTRIENTES

### Deficiencia de nitrógeno

La falta de nitrógeno en momento críticos determina que las mazorcas sean pequeñas, el contenido de proteínas es bajo y los granos en la punta de la mazorca no se llenan.



Coloración amarillenta extendiéndose desde la punta al nervio central



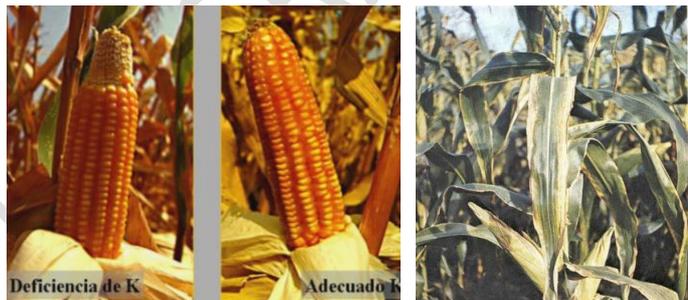
## Deficiencia de fosforo

Coloración púrpura debido a las antocianinas, también se presentan mazorcas pequeñas, a menudo torcidas y con granos mal desarrollados



## Deficiencia de potasio

Quemado o secamiento en las puntas y filos de las hojas basales. Mazorca pequeña, puntiagudo y seco



## Deficiencia de magnesio

**Deficiencia de azufre**



**Deficiencia de fierro**

**Deficiencia de zinc**



Figure 9.53. Copper deficiency.

**Deficiencia de Mn**



**Deficiencia de Cu**

**Deficiencia de B**



DISTRIBUCIÓN GRATUITA

