

El aporte de la nutrición vegetal en el sistema productivo de la palma de aceite

M.Sc. Jorge Mario Corzo Rivera

Noviembre, 2,018

Imágenes de la agroindustria de la palma de aceite

Fase agrícola



Vivero (12 a 18 meses)



Siembra en sitio definitivo

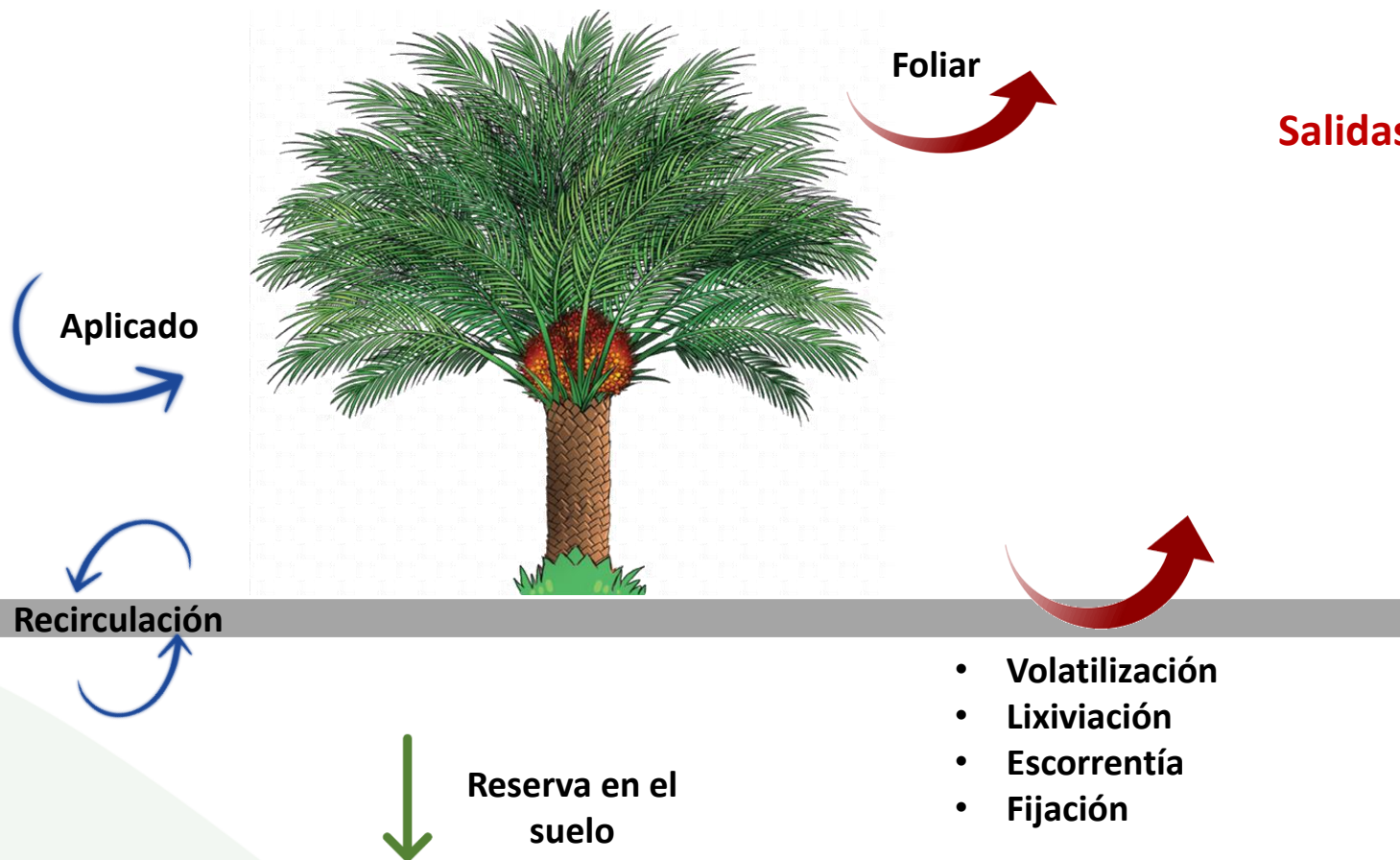


Mantenimiento del cultivo y cosecha (25 años)

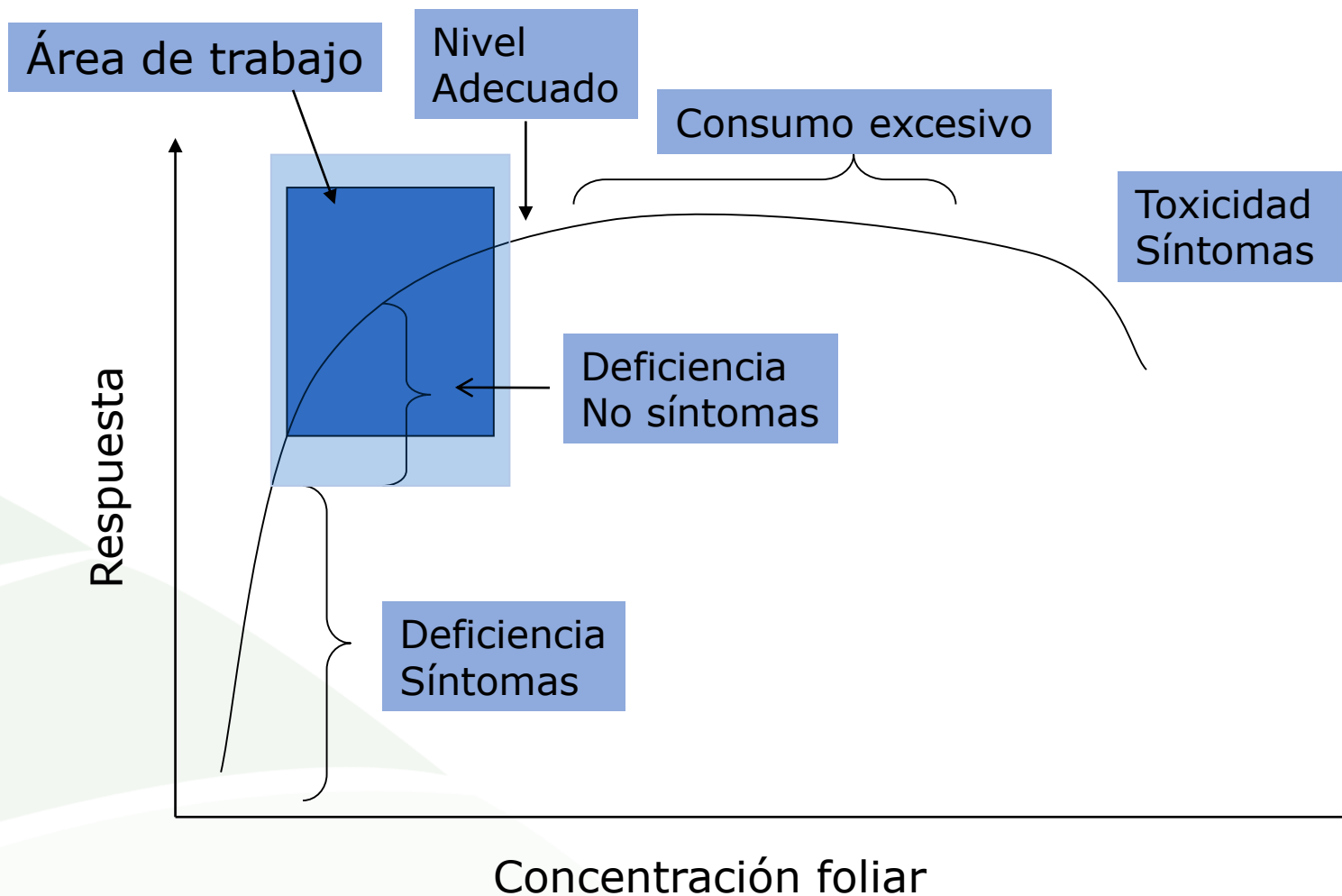


Fedeplama

Entradas



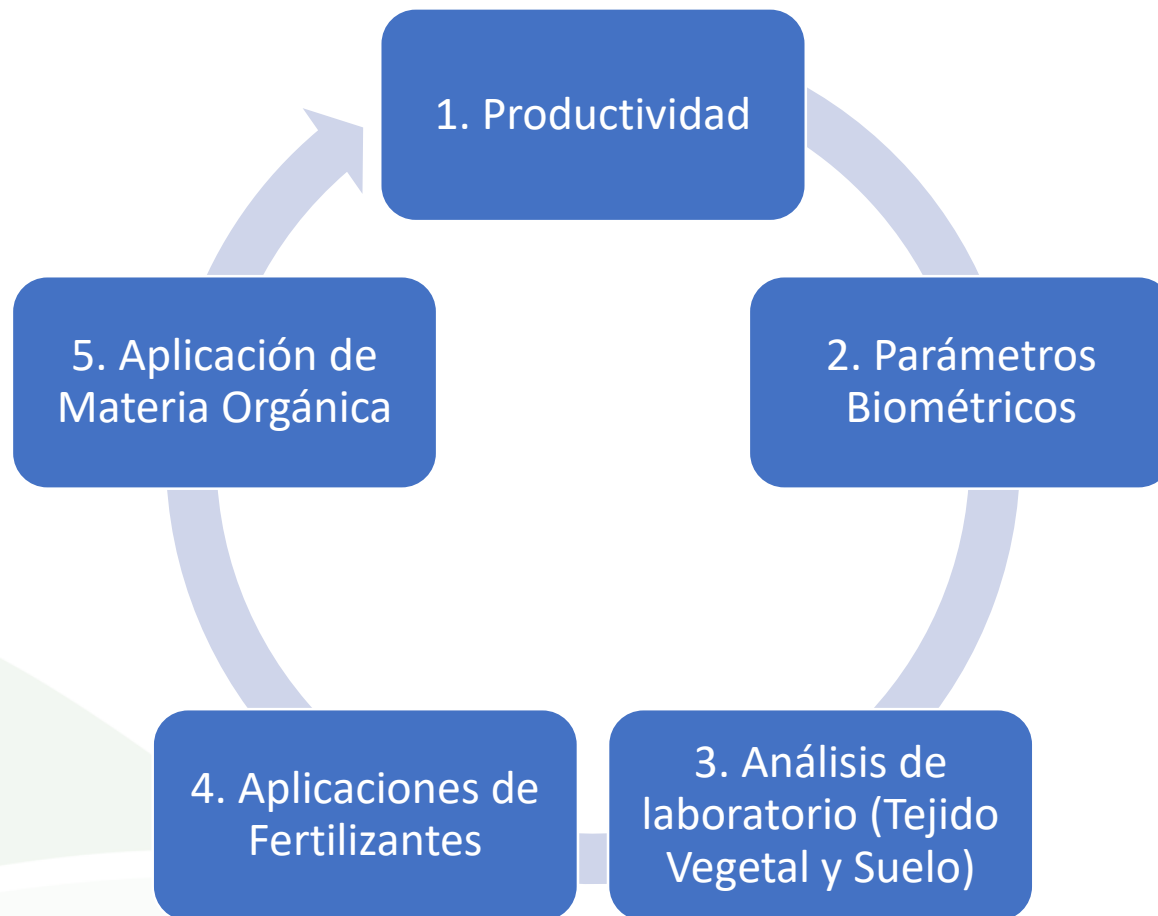
Curva de Respuesta



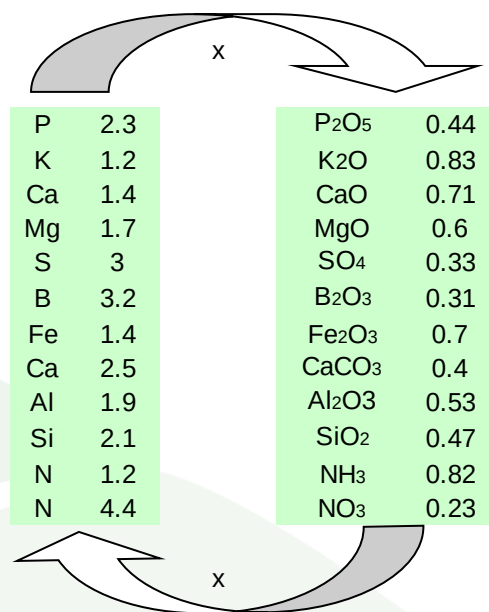
Ciclo anual de aplicación de Fertilizantes



Sistema nutricional dinámico



0. Conversiones



P	2.3	P ₂ O ₅	0.44
K	1.2	K ₂ O	0.83
Ca	1.4	CaO	0.71
Mg	1.7	MgO	0.6
S	3	SO ₄	0.33
B	3.2	B ₂ O ₃	0.31
Fe	1.4	Fe ₂ O ₃	0.7
Ca	2.5	CaCO ₃	0.4
Al	1.9	Al ₂ O ₃	0.53
Si	2.1	SiO ₂	0.47
N	1.2	NH ₃	0.82
N	4.4	NO ₃	0.23

Formula de Fertilizantes

N-P₂O₅-K₂O-MgO-S-B₂O₃

FUENTE	Formula Comercial	N	P	K	Mg	B	S	Ci
NH ₄ NO ₃	33.5-0-0	33.5%						
(NH ₄) ₂ SO ₄	21-0-0-24S	21%					24%	
DAP	18-46-0	18%	20%					
KCl	0-0-60			50%				47%
Kieserita	0-0-0-25.5MgO-20S				15%		20%	
Granubor	0-0-0-48B ₂ O ₅					15%		

0. Conversiones

- Convertir la siguiente formula de fertilizante en elementos puros
 - 11.92N-6.83P₂O₅-23.84K₂O-3.30MgO-2.64S-2.02B₂O₃
-
- | | |
|-------------|---------------------------|
| • N = 11.92 | R. $11.92 * 1 = 11.92$ |
| • P = 3.01 | R. $6.83 * 0.44 = 3.01$ |
| • K = 19.79 | R. $23.84 * 0.83 = 19.79$ |
| • Mg = 1.98 | R. $3.30 * 0.6 = 1.98$ |
| • S = 2.64 | R. $2.64 * 1 = 2.64$ |
| • B = 0.63 | R. $2.02 * 0.31 = 0.63$ |

1. Productividad

Absorción y distribución de los nutrimentos en los distintos componentes de la palma aceitera (kg/ha)
(Goh y Härdter, 2003)

Componente	N		P		K		Mg		Ca	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
MS vegetativa	41	21	1.4	12	46	22	7	19	10	14
Hojas podadas	67	35	3.9	34	72	35	13	36	44	62
25 t RFF	73	38	5.1	45	78	37	12	34	14	20
Inflorescencias masculinas	11	6	1	9	13	6	4	11	3	4
TOTAL	192	100	11.4	100	209	100	36	100	71	100

1. Productividad

Tabla 1a. Extracción, inmovilización y reciclado de nutrientes en palmas de aceite adultas en Malasia (según Ng y Thamboo, 1967 y Ng et al., 1968).

Malasia (24 t RFF ha ⁻¹)	N	P	K	Mg
	kg palma ⁻¹ año ⁻¹			
Extracción con fruto cosechado	0.49	0.082	0.63	0.14
Inmovilización en el tejido de la palma	0.27	0.022	0.47	0.072
Nutriente reciclado	0.53	0.076	0.69	0.19
Absorción total	1.29	0.18	1.79	0.40
Extracción (% de la absorción total)	38	46	35	35
Absorción total (148 palmas ha ⁻¹)	191	27	265	59
Absorción (kg t ⁻¹ RFF)	8.0	1.1	11.0	2.5

Tabla 1b. Extracción, inmovilización y reciclado de nutrientes en palmas de aceite adultas en Nigeria (según Tinker y Smilde, 1963).

Nigeria (9.7 t RFF ha ⁻¹)	N	P	K	Mg
	kg palma ⁻¹ año ⁻¹			
Extracción con fruto cosechado	0.20	0.04	0.23	0.03
Inmovilización en el tejido de la palma	0.18	0.024	0.11	0.104
Nutriente reciclado	0.63	0.073	0.38	0.25
Absorción total	1.01	0.14	0.72	0.38
Extracción (% de la absorción total)	20	29	32	8
Absorción total (148 palmas ha ⁻¹)	149	21	107	56
Absorción (kg t ⁻¹ RFF)	15.5	2.2	11.1	5.8

1. Productividad

Calcular el requerimiento de elementos nutricionales para producciones de 20 TM/Ha y 27 TM/Ha según el siguiente cuadro de necesidades de nutricionales

Tabla 2. Contenido de nutrientes en racimos de frutos frescos (Ng y Thamboo, 1967 y Ng et al., 1968).

kg t RFF ⁻¹					g t RFF ⁻¹				
N	P	K	Mg	Ca	Mn	Fe	B	Cu	Zn
2.94	0.44	3.71	0.77	0.81	1.51	2.47	2.15	4.76	4.93

R. Kg de elemento puro

	N	P	K	Mg	Ca	Mn	Fe	B	Cu	Zn
Kg/TM	2.94	0.44	3.71	0.77	0.81	0.00151	0.00247	0.00215	0.00476	0.00493
20 TM	58.8	8.8	74.2	15.4	16.2	0.0302	0.0494	0.043	0.0952	0.0986
27 TM	79.4	11.9	100.2	20.8	21.9	0.0408	0.0667	0.0581	0.1285	0.1331

2. Parámetros biométricos

- Existen varios parámetros biométricos que se aplican directamente en la gestión de la productividad.
- Estos son:
 - Peso seco foliar
 - Área foliar
 - Índice de área foliar
 - Diámetro del estípite
 - Estimados de producción

2. Parámetros biométricos

Peso seco foliar

Por medio del peso seco foliar se estiman valores de biomasa que pueden ser proyectados

en relación con la reserva nutricional de una plantación.

El peso seco foliar hace referencia a la cantidad de masa seca que existe en una hoja.

Cuando se multiplica por el número total de hojas se le conoce como masa foliar por palma.

Área transversal del peciolo = $P * S$

Dónde:

P: Ancho del área transversal del peciolo en cm.

S: Altura del área transversal del peciolo en cm.

Peso seco foliar mediante la siguiente fórmula:

Peso Seco Foliar = $0.102 * P + 0.21$

Dónde:

P = Área transversal del peciolo

Corley et al; (1971a)

2. Parámetros biométricos



Peso seco foliar

Calcular el peso seco foliar y masa foliar por palma con los siguientes datos:

$$P = 10.5 \text{ cm}$$

$$S = 4.5 \text{ cm}$$

$$\# \text{ de hojas} = 42$$

$$\text{Área transversal del peciolo (P)} = P * S$$

$$\text{Peso seco foliar} = (0.102 * P) + 0.21$$

$$\text{Masa seca foliar por palma} = \text{peso seco foliar} * \# \text{ hojas}$$

R.

$$\text{Área transversal del peciolo: } 10.5 * 4.5 = 47.25$$

$$\text{Peso seco foliar: } (0.102 * 47.25) + 0.21 = 5.03 \text{ Kg}$$

$$\text{Masa foliar por palma: } 5.03 \text{ Kg} * 42 = 211.26 \text{ Kg}$$

3 min

3. Análisis de laboratorio (Tejido vegetal y suelo)

- Análisis de tejido vegetal (foliolos y raquis)
 - El objetivo del análisis vegetal es conocer el estado nutricional de la palma y detectar con oportunidad tanto las deficiencias como los posibles excesos que puedan afectar el rendimiento del cultivo y hacerlo más susceptible a plagas y enfermedades.
- Análisis de suelo
 - El objetivo del análisis de suelos es conocer sus propiedades químicas para poder planificar en forma adecuada desde la preparación del terreno las dosis más apropiadas para la obtención de los más altos rendimientos y productividad.

3. Análisis de laboratorio (Tejido vegetal)

- Calcular el contenido de N - P – K que hay en la palma del ejemplo del punto anterior según el siguiente análisis de laboratorio.

Análisis foliar

	%							ppm				
% W / W	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	2.8-2.9	0.16-0.18	1.2-1.3	0.6-0.7	0.28-0.32	0.2-0.3		20-30	12-18	60-200	50-200	12-18
	2.81	0.18	1.05	1.01	0.33	0.22	2.55	29	6	68	638	12

Análisis raquis

	%							ppm				
% W / W	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	0.40-0.50	0.08-0.10	1.3-1.5		0.06-0.08							
	0.54	0.09	1.92	0.74	0.16	0.07	0.22	13	3	35	113	5

Considerar que el follaje es el 46% de la masa seca de la hoja y el raquis es el 54% de la masa seca de la hoja.

3. Análisis de laboratorio (Tejido vegetal)

- **Nitrógeno**

- Foliar: $(46\% * 211.26 \text{ Kg}) * 2.81\% = 2.73 \text{ Kg N}$
- Raquis: $(54\% * 211.26 \text{ Kg}) * 0.54\% = 0.62 \text{ Kg N}$
- Total: $2.73 \text{ Kg} + 0.61 \text{ Kg} = 3.35 \text{ Kg N en la palma}$

- **Fosforo**

- Foliar: $(46\% * 211.26 \text{ Kg}) * 0.18\% = 0.17 \text{ Kg P}$
- Raquis: $(54\% * 211.26 \text{ Kg}) * 0.09\% = 0.10 \text{ Kg P}$
- Total: $0.17 \text{ Kg} + 0.10 \text{ Kg} = 0.27 \text{ Kg P en la palma}$

- **Potasio**

- Foliar: $(46\% * 211.26 \text{ Kg}) * 1.05\% = 1.02 \text{ Kg K}$
- Raquis: $(54\% * 211.26 \text{ Kg}) * 1.92\% = 2.19 \text{ Kg K}$
- Total: $1.02 \text{ Kg} + 2.19 \text{ Kg} = 3.21 \text{ Kg K en la palma}$

4. Incorporación de materia orgánica

- La incorporación de la materia orgánica al suelo es de vital importancia para el sistema productivo de la palma aceitera.
- Esta incorporación puede ser de las siguientes maneras:
 - Usar las hojas podadas
 - Leguminosas de cobertura
 - Compostaje de sub-productos del beneficio de fruta de palma
 - Residuos animales (Gallinaza)

4. Incorporación de materia orgánica

- Calcular la incorporación de los elementos N-P-K por hectárea, utilizando los pesos secos foliares del ejemplo anterior, incorporando 20 hojas por palma al año a una densidad de 143 palmas por hectárea.
 - 42 Hojas por palma
 - 3.35 Kg N por palma de 42 hojas
 - 0.27 Kg P por palma de 42 hojas
 - 3.21 Kg K por palma de 42 hojas

4. Incorporación de materia orgánica

- Nitrógeno:

- $3.35 \text{ Kg N}/42 \text{ Hojas} = 0.08 \text{ Kg N}/\text{Hoja}$
- $0.08 \text{ Kg N}/\text{Hoja} * 20 \text{ Hojas} = 1.6 \text{ Kg N}/\text{Palma}$
- $1.6 \text{ Kg N}/\text{Palma} * 143 \text{ Palmas}/\text{Ha} = 228.8 \text{ Kg N}/\text{Ha}$

- Fosforo:

- $0.27 \text{ Kg P}/42 \text{ Hojas} = 0.006 \text{ Kg P}/\text{Hoja}$
- $0.006 \text{ Kg P}/\text{Hoja} * 20 \text{ Hojas} = 0.12 \text{ Kg P}/\text{Palma}$
- $0.12 \text{ Kg P}/\text{Palma} * 143 \text{ Palmas}/\text{Ha} = 17.16 \text{ Kg P}/\text{Ha}$

- Potasio:

- $3.21 \text{ Kg K}/42 \text{ Hojas} = 0.08 \text{ Kg K}/\text{Hoja}$
- $0.08 \text{ Kg P}/\text{Hoja} * 20 \text{ Hojas} = 1.6 \text{ Kg K}/\text{Palma}$
- $1.6 \text{ Kg K}/\text{Palma} * 143 \text{ Palmas}/\text{Ha} = 228.8 \text{ Kg K}/\text{Ha}$

5. Aplicación de fertilizantes

- Un fertilizante es una sustancia destinada a abastecer y suministrar los elementos químicos al suelo o al follaje para que la planta los absorba. Se trata, por tanto, de una reposición o aporte artificial de nutrientes.
- Un fertilizante mineral es un producto de origen inorgánico, que contiene, por lo menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo vital. La característica más importante de cualquier fertilizante es que debe tener una solubilidad máxima en agua, para que, de este modo pueda disolverse en el agua de riego, ya que los nutrientes entran en forma pasiva y activa en la planta, a través del flujo del agua.

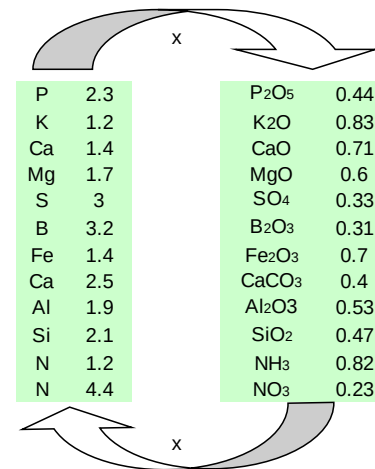
5. Aplicación de fertilizantes

- Convertir los resultados anteriores de incorporación de materia orgánica en Kg de estos fertilizantes:

- Nitrato de Amonio
- DAP
- KCl

Utilizando las siguientes tablas

FUENTE	Formula Comercial	N	P	K	Mg	B	S	Ci
NH ₄ NO ₃	33.5-0-0	33.5%						
(NH ₄) ₂ SO ₄	21-0-0-24S	21%					24%	
DAP	18-46-0	18%	20%					
KCl	0-0-60			50%				47%
Kieserita	0-0-0-25.5MgO-20S				15%		20%	
Granubor	0-0-0-48B2O5					15%		



P 2.3	P ₂ O ₅ 0.44
K 1.2	K ₂ O 0.83
Ca 1.4	CaO 0.71
Mg 1.7	MgO 0.6
S 3	SO ₄ 0.33
B 3.2	B ₂ O ₃ 0.31
Fe 1.4	Fe ₂ O ₃ 0.7
Ca 2.5	CaCO ₃ 0.4
Al 1.9	Al ₂ O ₃ 0.53
Si 2.1	SiO ₂ 0.47
N 1.2	NH ₃ 0.82
N 4.4	NO ₃ 0.23

5. Aplicación de fertilizantes

- Nitrógeno 228.8 Kg N/Ha
 - Regla de 3
 - $0.335 \text{ Kg N} = 1 \text{ Kg Nitrato de Amonio}$
 - $228.8 \text{ Kg N} = ? \text{ Kg Nitrato de Amonio}$
 - $(228.8 \text{ Kg N} * 1 \text{ Kg NAM}) / 0.335 \text{ Kg N} = 682.9 \text{ Kg NAM}$
- Fosforo 17.16 Kg P/Ha
 - $0.20 \text{ Kg P} = 1 \text{ Kg DAP}$
 - $17.16 \text{ Kg P} = ? \text{ Kg DAP}$
 - $(17.16 \text{ Kg P} * 1 \text{ Kg DAP}) / 0.20 \text{ Kg P} = 85.8 \text{ Kg DAP}$
- Potasio 228.8 Kg K/Ha
 - $0.50 \text{ Kg K} = 1 \text{ Kg KCl}$
 - $228.8 \text{ Kg K} = ? \text{ Kg KCl}$
 - $(228.8 \text{ Kg K} * 1 \text{ Kg KCl}) / 0.50 \text{ Kg K} = 457.6 \text{ Kg KCl}$

Muchas Gracias !!!

jmcorzo@naturaceites.com