



**INNOVACIÓN
Y TECNOLOGÍA**
AL SERVICIO DEL
CAFÉ DE GUATEMALA



Fisiología vegetal, herramienta para afrontar el cambio climático mediante nutrición balanceada

Jaime Barrios,
Luis Cordón,
Rafael Sicaju

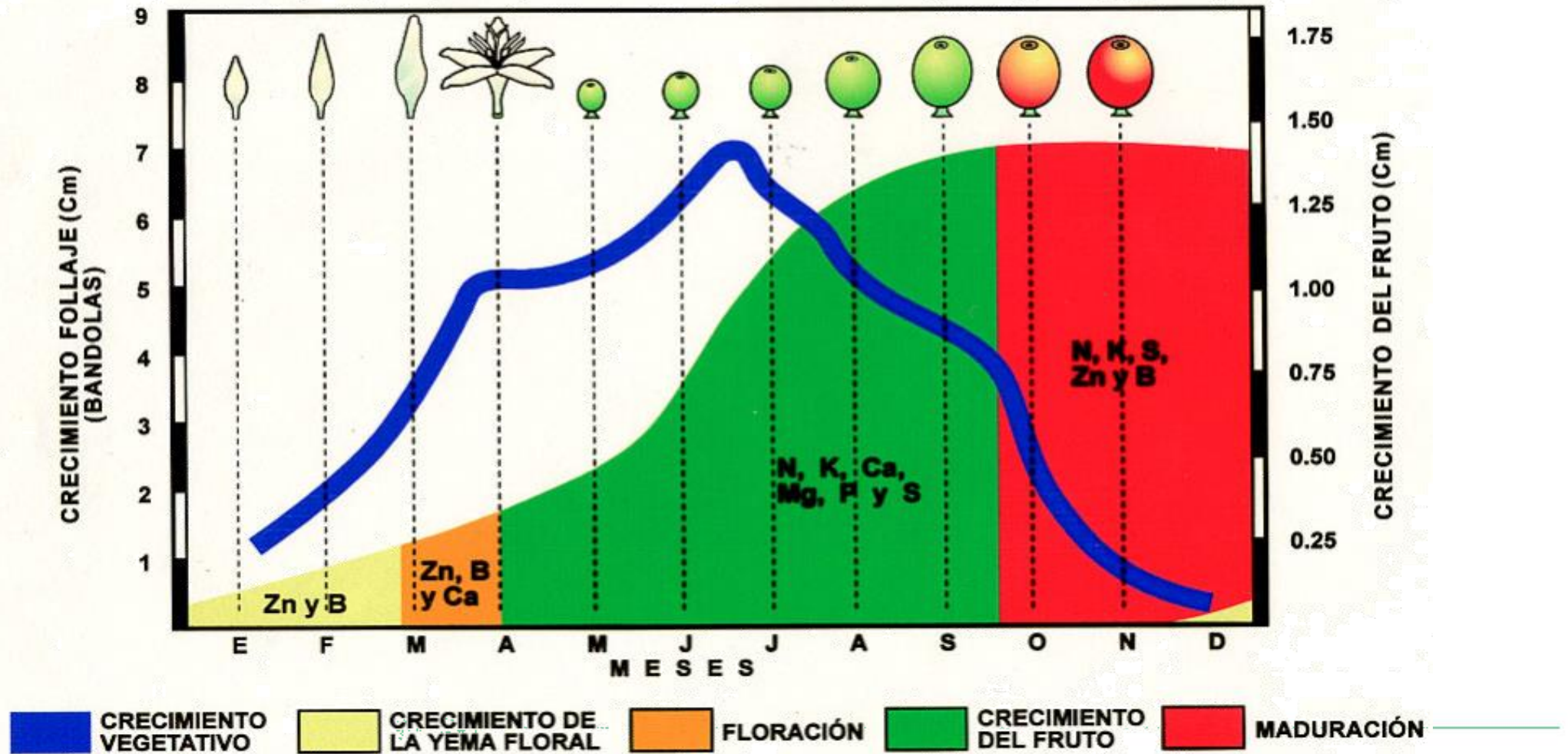
Importancia de la fertilidad

- Para realizar una fertilización adecuada y oportuna, se debe de responder a las siguientes preguntas:
 - ¿Qué aplicar? (Análisis de suelo)
 - ¿Cuánto aplicar? (Disponibilidad y producción)
 - ¿Cuándo aplicar? (Requerimiento por etapa fenológica)
 - ¿Dónde aplicar? (Foliar o al suelo, Clima)



Cuadro basado en estudios en otros países.

DEMANDA DE NUTRIENTES DE ACUERDO A LAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ

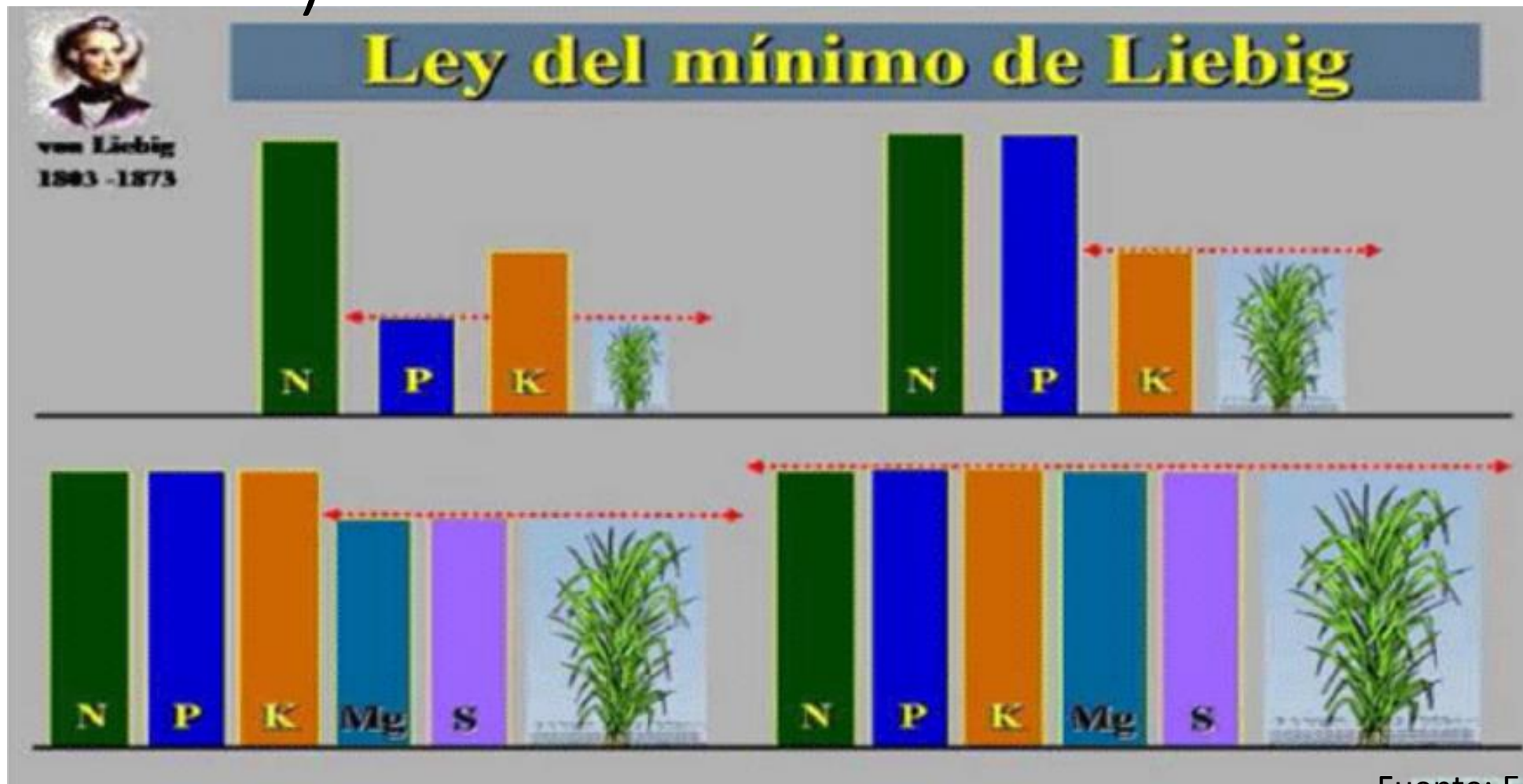


Von Liebig: La ley de mínimo

El crecimiento y producción de la planta llega hasta el límite impuesto por el factor que está en menor disponibilidad



Una de los principales limitantes de la producción es la nutrición. (Ley del mínimo)



Fuente: Edgar Huaman

FUNCIÓN DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTAS POR ETAPA FENOLOGICA

**Ing Agr. Msc
Jaime Barrios,**



CAMBIO CLIMÁTICO

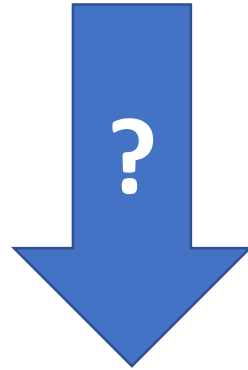


1. Desequilibrio ambiental
 - a. Aumento de la Temperatura y ...
 - i. ¿¿¿Que pasa???
 - b. Aumento de gases invernadero...
 - i. ¿¿Como reaccionan las plantas??



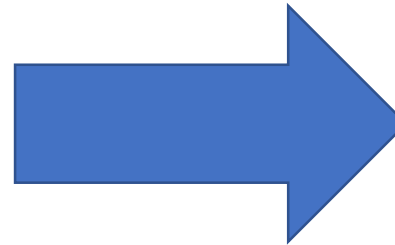
FISIOLOGIA VEGETAL...

Estudio de los procesos metabólicos y del funcionamiento interno de las plantas.

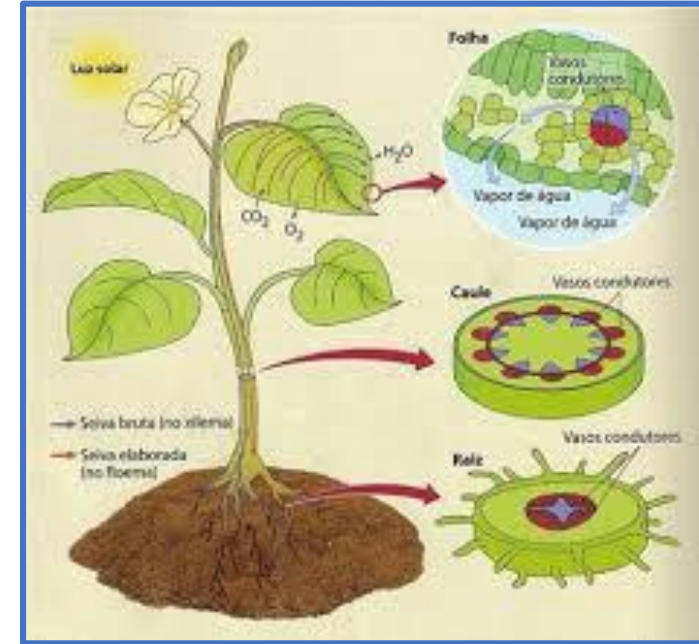


Conozco la planta con la que trabajo?

Clima
Requerimiento nutricional
Fotoperiodo
Tipo de suelo
Ciclo del cultivo
Hábito de floración

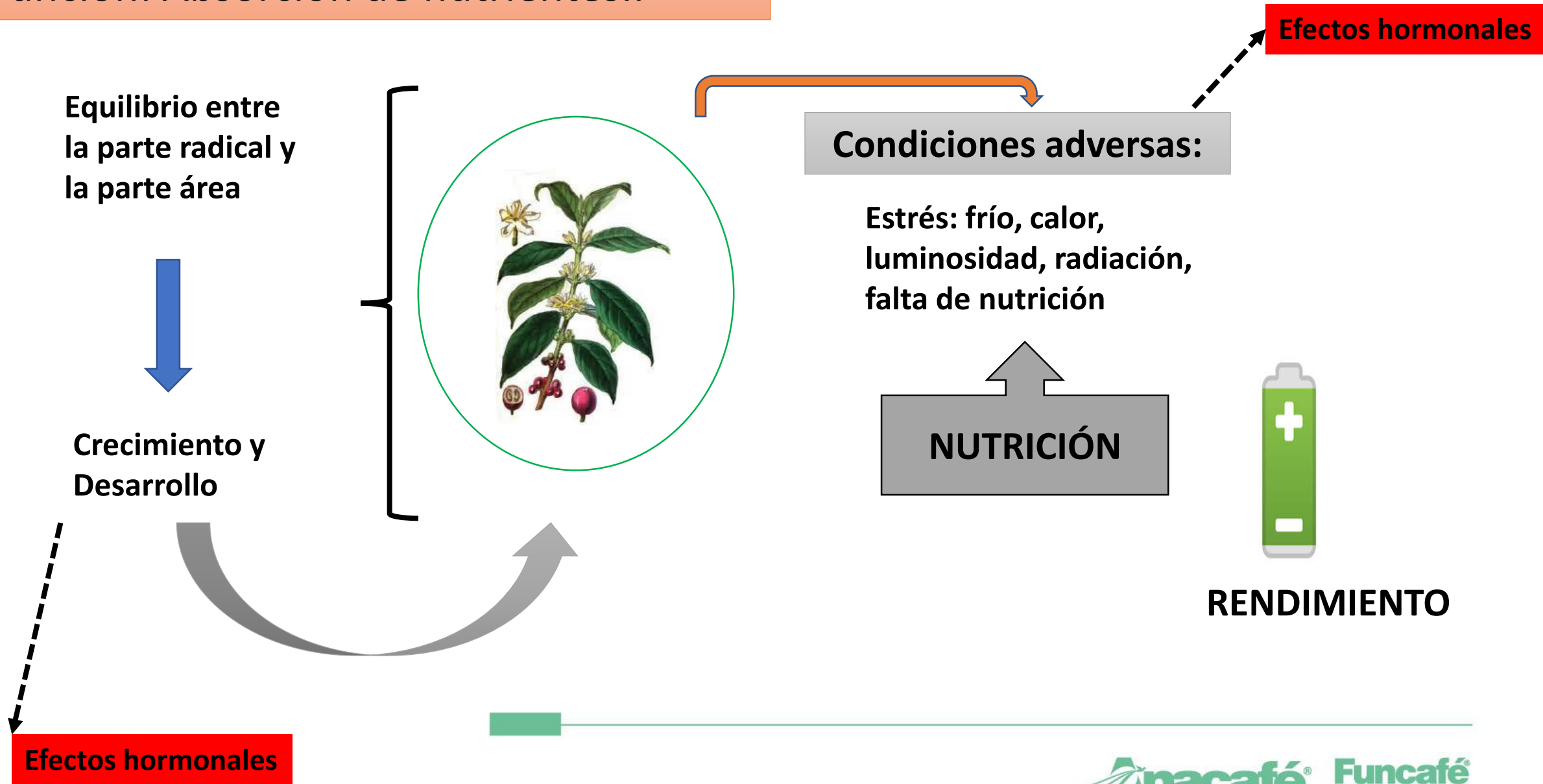


RENDIMIENTO



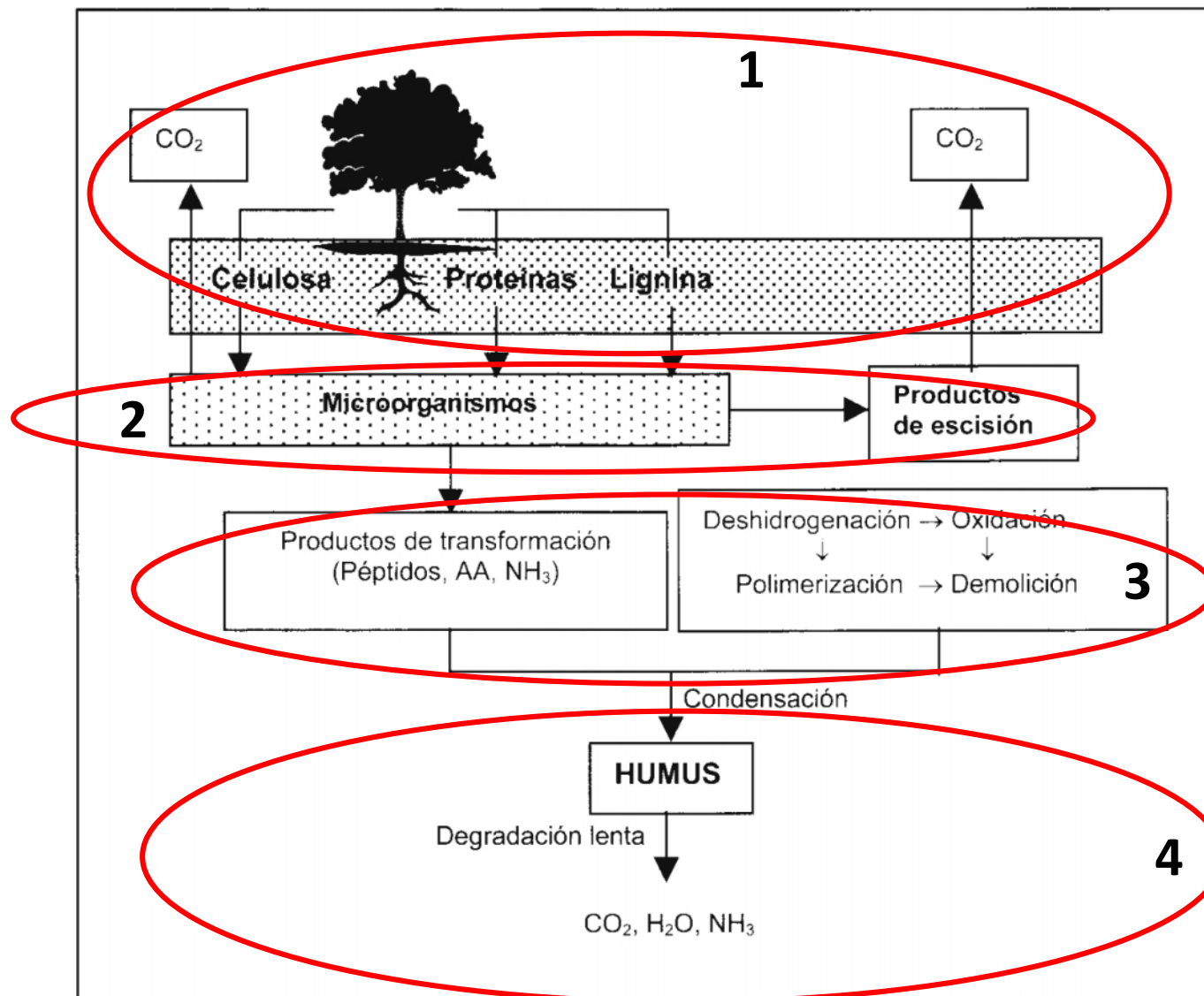
RESPUESTAS DE LA PLANTA FRENTE AL CAMBIO CLIMATICO

Función: Absorción de nutrientes..



Amortiguando la nutrición: Relación Suelo – Planta

IMPORTANCIA
DE LOS
BIOLOGICOS EN
LA VIDA DEL
SUELO Y LAS
PLANTAS



Química Agrícola Fleig 1979

NUTRICION BALANCEADA POR ETAPA FENOLOGICA

ETAPA VEGETATIVA



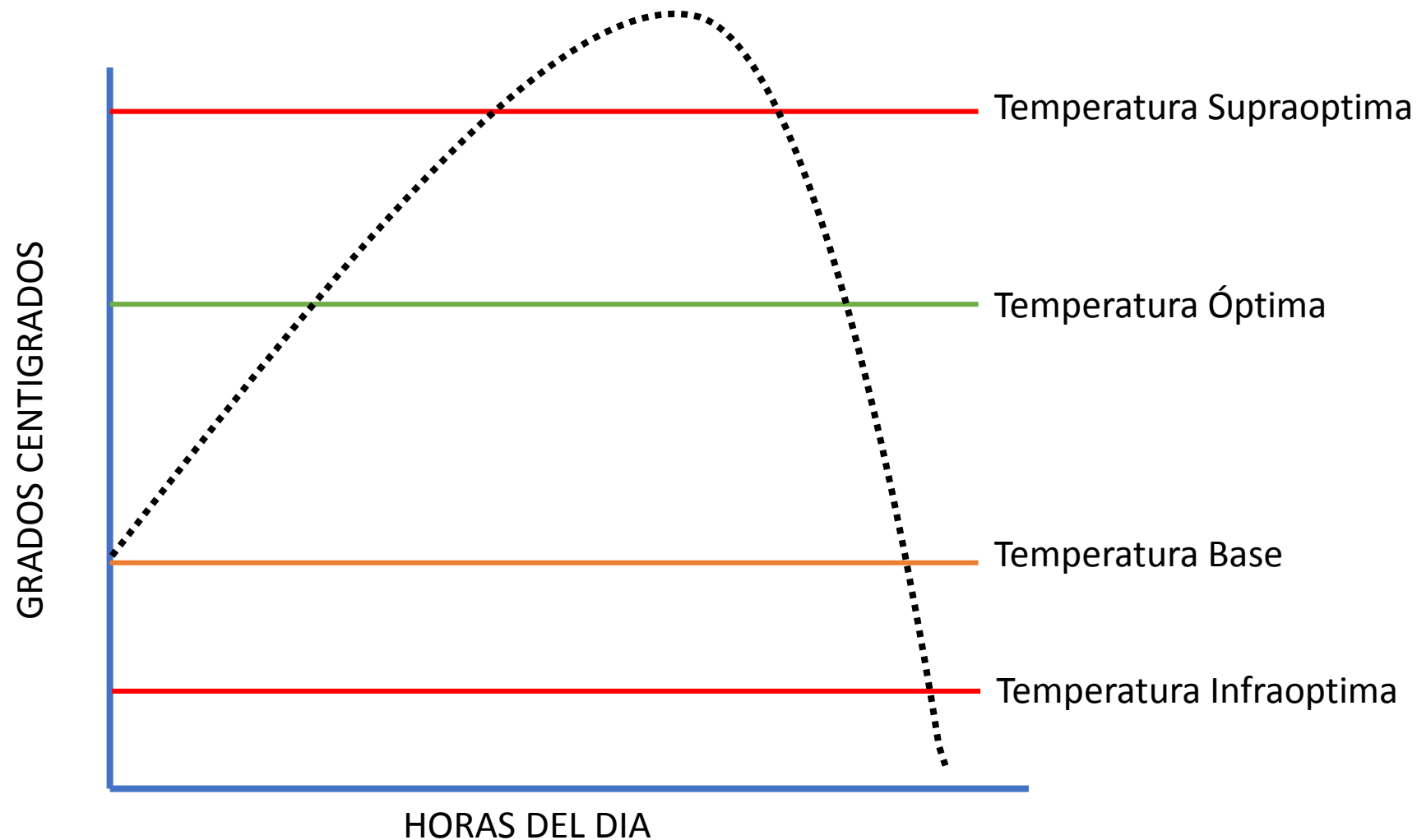
ETAPA REPRODUCTIVA



Influenciadas por la Temperatura lo que se conoce como Tiempo Térmico

TIEMPO TERMICO:

Es la sumatoria de los grados días lo que es equivalente a la temperatura media menos la Temperatura base.



Calculos de Grados días: Temperatura media – Temperatura base

Marzo

Día	Temperatura media	°día
1	28	18
2	27	35
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Diciembre

Día	Temperatura media	°día
1	20	10
2	18	18
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

FUNCIÓN DE LOS NUTRIENTES EN LAS PLANTAS POR ETAPA FENOLOGICA



Funciones de los nutrientes en las plantas

ETAPA DE APLICACIÓN	ELEMENTO	FUNCIÓN
Pre/post floración	Fósforo	<ul style="list-style-type: none">• Promotor de floración y desarrollo del fruto.• Mecanismos de formación, crecimiento y multiplicación.
	Azufre	<ul style="list-style-type: none">• Formación de clorofila,• Participa en los procesos de respiración y fotosíntesis.• Formación, viabilidad y fertilización del polen.• Lignificante celular.
	Cobre	<ul style="list-style-type: none">• Productor de proteínas, aminoácidos y enzimas.• Promotor de la clorofila.
	Boro	<ul style="list-style-type: none">• Esencial en el metabolismo del nitrógeno.• Tiene influencia directa en los procesos de multiplicación y crecimiento celular.• Importante en la viabilidad del polen y desarrollo de flores y frutos.• Contribuye a mantener el calcio en forma soluble dentro de la planta.
	Molibdeno	<ul style="list-style-type: none">• Requerido para la asimilación del nitrógeno.• Importante en la formación del polen.• Requerido en cantidades muy pequeñas.

Funciones de los nutrientes en las plantas

ETAPA DE APLICACIÓN	ELEMENTO	FUNCIÓN
(Crecimiento del fruto)	Magnesio	<ul style="list-style-type: none">• Forma parte de la clorofila.• Participa en la fotosíntesis.• Interviene en la formación de semillas.• Necesario para el movimiento del fósforo dentro de la planta.
	Zinc	<ul style="list-style-type: none">• Favorece el crecimiento de los frutos y plantas.• Responsable de reguladores de crecimiento de la planta tales como auxinas.• Favorece la absorción del fósforo.• Aumenta la tolerancia a enfermedades.

Funciones de los nutrientes en las plantas

ETAPA DE APLICACIÓN	ELEMENTO	FUNCIÓN
Formación y llenado de fruto	Calcio	<ul style="list-style-type: none">• Importante como regulador de crecimiento de las plantas.• Componente de la pared celular.• Aumenta la capacidad de adaptación de la planta a condiciones adversas.• Importante la vida de la hoja y fruto.• Evita la purga del fruto.• Aumenta la absorción del potasio.
	Nitrógeno	<ul style="list-style-type: none">• Forma parte de la clorofila.• Mejora la biomasa de la planta.
	Fósforo	<ul style="list-style-type: none">• Participa en la producción, y transporte de azúcares, grasas y proteínas.

Funciones de los nutrientes en las plantas

ETAPA DE APLICACIÓN	ELEMENTO	FUNCIÓN
Maduración del Fruto		<ul style="list-style-type: none">• Activador enzimático.• Presente en todos los tejidos vegetativos de la planta.• Bioestimulador del nitrógeno, contribuyendo a la fijación del nitrógeno atmosférico.
	Potasio	<ul style="list-style-type: none">• Regula el equilibrio de agua en las células, manteniéndolas turgentes o hidratadas (sin flacidez o marchitez)• Acelera la producción de azúcares y su transporte.• Mejora la tolerancia de las plantas a heladas y sequias.• Mejora el color y calidad del grano.
	Boro	<ul style="list-style-type: none">• Evita la acumulación de los ácidos clorogénicos.• Aumenta la movilidad de los azúcares.
	Molibdeno	<ul style="list-style-type: none">• Activador enzimático.

LA FERTILIZACIÓN BALANCEADA AL SUELO , UN COMPONENTE BÁSICO PARA MANTENER LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS CAFETALERAS

- Un Suelo Desbalanceado, desfavorece a los microorganismos benéficos



- CVEN:
Curva de
Variación
Estacional
de
Nutrientes



- CURVA DE VARIACION ESTACIONAL DE
NUTRIENTES POR REGION

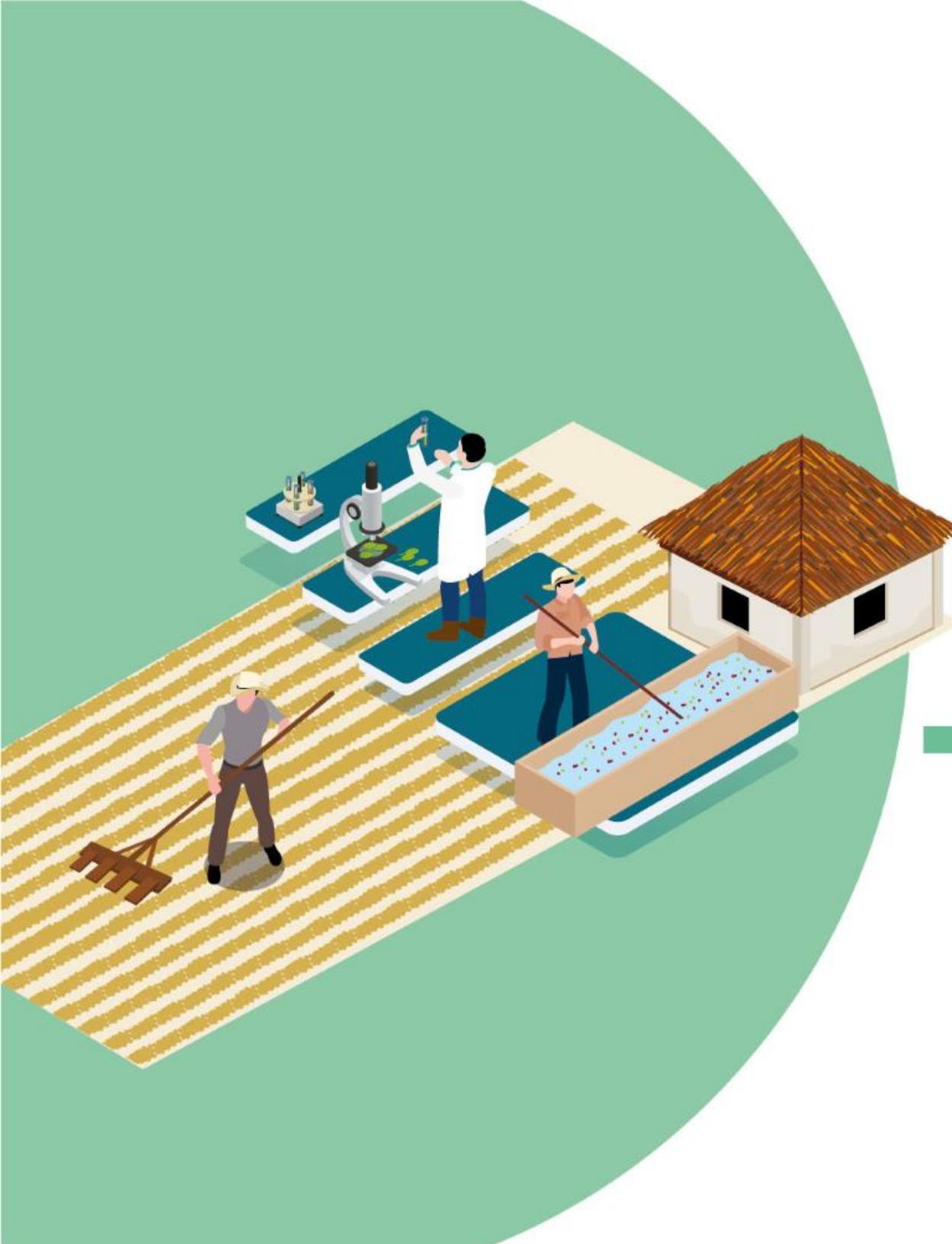
Importancia de las curvas de variación estacional de nutrientes, tanto al suelo (CVENS) como foliar (CVENF)

- En cada etapa fenológica las plantas demandan diferentes nutrientes y cantidades de cada uno
- La época de la demanda depende del clima de la región cafetalera
- Dependiendo del clima se darán las etapas fenológicas y así las necesidades del cultivo junto con la edad de la plantación y la productividad estimada
- Todo lo anterior es posible conocerlo; a través de las curvas de variación estacional de los nutrientes (CVEN) del suelo y foliar; que se obtienen de los resultados de un muestreo mensual, al suelo y foliar



Importancia de las curvas de variación estacional de nutrientes, tanto al suelo (CVENS) como foliar (CVENF)

- De la CVEN , se obtienen las épocas de fertilización y la distribución de los nutrientes dependiendo el número de fertilizaciones por año.
- De la CVEN se determinan las épocas de muestreo que indican:
 - La disponibilidad de los nutrientes a través del año
 - Las épocas de muestreo
 - Las épocas de aplicación



Determinación de las épocas de muestreo

Determinación de las épocas de muestreo de suelos para las regiones III y VII, basados en los resultados de la CVENS (Suelo o Edáfica)

Región	Departamentos	Primer Muestreo	Segundo Muestreo
III	Chimaltenango, Sacatepéquez, El Progreso, Escuintla, Guatemala	enero-febrero	Agosto-septiembre
VII	Zacapa, Chiquimula, Izabal	enero-febrero	Junio - Julio



Determinación de las épocas de muestreo foliar para las regiones III y VII, basados en los resultados de la CVENF (Foliar)

Región	Departamentos	Primer Muestreo	Segundo Muestreo
III	Chimaltenango, Sacatepéquez, El Progreso, Escuintla, Guatemala	Marzo - abril	Agosto-septiembre
VII	Zacapa, Chiquimula, Izabal	Abril - mayo	Julio - agosto





- Épocas y número de aplicaciones

Para producciones inferiores a 120 quintales cereza por manzana.
(obtenidas de la CVENS e Investigaciones de ANACAFE-INPOFOS
Dos aplicaciones

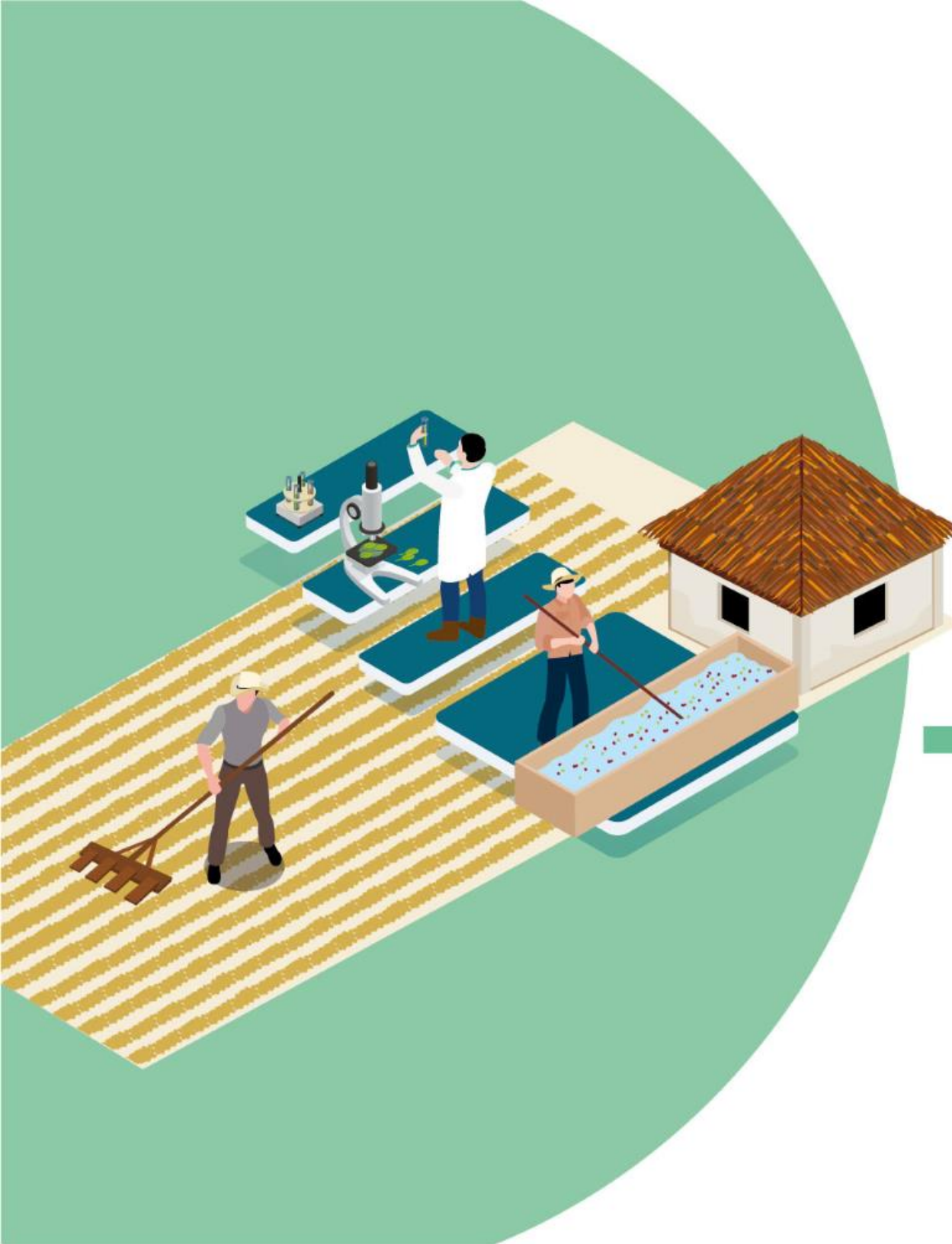
Región	Primera fertilización	Segunda fertilización
III	mayo-junio	Septiembre-Octubre
VII	Junio-Julio	Septiembre-Octubre

Para producciones superiores a 120 quintales cereza por manzana.
(obtenidas de la CVENS e investigaciones de ANACAFE-INPOFOS
tres épocas de aplicación

Región	Primera fertilización	Segunda Fertilización	Tercera fertilización
III	mayo-junio	agosto-septiembre	octubre-noviembre
VII	mayo-junio	agosto-septiembre	octubre-noviembre

Épocas de fertilización para productividades altas en microclimas de las regiones VI y VII (Alta Verapaz, Chiquimula y Zacapa)

Región	Primera fertilización	Segunda fertilización	Tercera fertilización	Cuarta fertilización
VI	mayo-junio	agosto-septiembre	octubre-noviembre	diciembre-enero
VII	mayo-junio	agosto-septiembre	octubre-noviembre	diciembre



Requerimientos nutricionales del cultivo basado en Resultados de: ANACAFE-INPOFOS, LRD y Centros de Investigación de los Países Productores del Mundo)

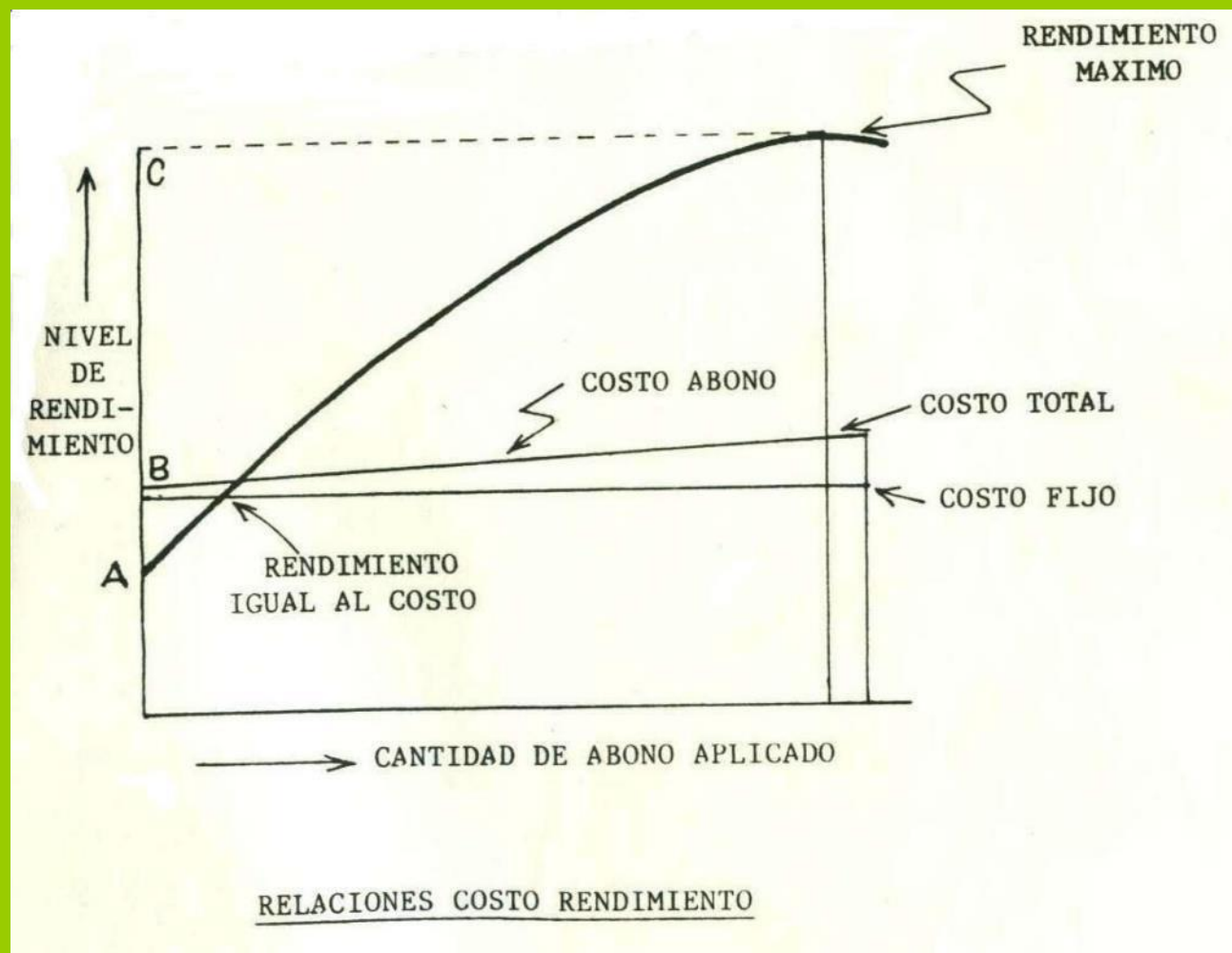
Requerimientos nutricionales en libras ; para 100 quintales de café cereza

Elemento	Libras por manzana
Nitrógeno (N)	175 – 250
Fósforo (P)	17
Potasio (K)	105
Calcio (Ca)	60
Magnesio (Mg)	30
Azufre (S)	20
Boro (B)	0.31
Zinc (Zn)	0.77
Cobre (Cu)	0.55
Hierro (Fe)	3.08
Manganeso (Mn)	1.15

Menor 75 qq / manzana			de 75 a 100 qq / manzana			de 100 a 150 qq / manzana		
Requerimiento libras/manzana			Requerimiento libras/manzana			Requerimiento libras/manzana		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
100	25	71	175	40	125	250	60	178

de 150 a 200 qq / manzana			de 200 a 250 qq / manzana			de 250 a 300qq / manzana			> 300 qq / manzana		
Requerimiento libras/manzana			Requerimiento libras/manzana			Requerimiento libras/manzana			Requerimiento libras/manzana		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
325	80	232	400	100	286	475	120	339	550	140	393

LEY DE RENDIMIENTO DECRECIENTE



DOS EPOCAS DE APLICACION

Opciones de distribución en % de nutrientes (NPK), para productividades inferiores a 120 qq cereza por manzana.

Opción	Primera fertilización	Segunda Fertilización
# 1	60% del nitrógeno	40% del nitrógeno
	60% del fósforo	40% del fosforo
	40% del potasio	60% del potasio
# 2	60% del nitrógeno	40% del nitrógeno
	100% del fósforo	-----
	-----	100% del potasio
# 3	60% del nitrógeno	40% del nitrógeno
	-----	100% del fósforo
	-----	100% del potasio

TRES EPOCAS DE APLICACION

Opciones de distribución en % de nutrientes (NPK), para productividades superiores a 120 quintales cereza por manzana

Opción	Primera fertilización	Segunda fertilización	Tercera Fertilización
1	40% del nitrógeno	30% del nitrógeno	30% del nitrógeno
	60% del fósforo	40% del fósforo	-----
	20% del potasio	40% del potasio	40% del potasio
2	40% del nitrógeno	30% del nitrógeno	30% del nitrógeno
	60% del fósforo	40% del fósforo	-----
		50% del potasio	50% del potasio
3	60% del nitrógeno	40% del nitrógeno	-----
	100% del fósforo	-----	-----
	-----	50% del potasio	50% del potasio

SUPLEMENTO DE NUTRIENTES MENORES DEFICIENTES

% de suplemento de elementos menores en las fórmulas de fertilización al suelo.

Nutriente Puro	% de fuente en la fórmula
Boro	0.1
Zinc	0.2
Hiero	0.3
Manganeso	0.1
Cobre	0.05

Para ir concluyendo

- ¿Qué aplicar? (Análisis de suelo)
- ¿Cuánto aplicar? (Disponibilidad y producción)
- ¿Cuándo aplicar? (Requerimiento por etapa fenológica)
- ¿Dónde aplicar? (Foliar o al suelo, Clima)



Autores de las investigaciones

- Determinación de la curva nutricional estacional, en las siete regiones cafetaleras de Guatemala en distintas alturas sobre el nivel del mar. (Total de trabajos 24)
- Josué Giron Torres
- Sergio Morales Alas
- Roberto Carlos Rodas
- Eder Gonzalez
- Pedro Morales
- Rolando Victorugo Carrillo
- José Carlos Galicia
- Rafael de Jesús Sicaju
- Luis Cordón





¿Preguntas?



Muchas gracias

Ing Agr. Jaime Barrios
jbarrios@grupoenlasa.net

Ing. Agr. Luis Córdón
Luis.ecs@anacafe.org

Ing. Agr. Rafael Sicaju
rafael.djsl@anacafe.org

