



CÁMARA
NACIONAL DE
PRODUCTORES
DE LECHE

Simposio Nacional LECHERIA EN BAJURA

FERTILIZACIÓN DE PASTOS EN ZONAS DE BAJURAS



Ing. Eloy Molina, M.Sc.
CONSULTOR EN FERTILIDAD DE SUELOS Y
FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS

eloymolina6@gmail.com



PRODUCCIÓN AGRONÓMICA DE FORRAJES

CLIMA

Temperatura, precipitación, radiación solar

SUELO

Fertilidad, Materia Orgánica, propiedades físicas, microbiología

PASTO

Tipo de forraje, fenología, frecuencia e intensidad de pastoreo, persistencia, proteína cruda y otras variables bromatológicas

ANIMAL

Consumo de pasto, consumo energético, carga animal, producción de leche

MANEJO

Enmiendas y fertilización, control de plagas y enfermedades,

Manejo de la fertilización de pastos

Diagnóstico nutricional:

- ◆ Análisis suelos
- ◆ Análisis foliar
- ◆ Deficiencias visuales
- ◆ Características físicas
- ◆ Tipo de suelo

Clima:

- Lluvia
- Temperatura
- Viento
- Humedad

Cultivo:

- ✓ Fenología
- ✓ Requerimientos nutricionales
- ✓ Curvas de absorción
- ✓ Estado radical
- ✓ Información técnica
- ✓ Investigación

Fertilizante:

- ⇒ Fuente
- ⇒ Dosis
- ⇒ Forma de aplicación
- ⇒ Costo

Programa de fertilización

Pasto debe manejarse como un cultivo





Químicas

Fertilidad de suelos
pH
Materia orgánica
Acidez Intercambiable
Calcio, magnesio, potasio
Fósforo, azufre, micronutrientes
Salinidad



Físicas

Textura
Topografía
Drenaje
Piedras
Profundidad
Compactación
Estructura
Consistencia

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUELOS

- pH
- Acidez o aluminio intercambiable, % saturación de acidez
- Bases intercambiables (Calcio, Magnesio, Potasio)
- Fósforo y Azufre disponibles
- Micronutrientes disponibles (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo)
- Relaciones entre cationes (Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K, Ca/K, Mg/K)
- Materia orgánica
- Textura



Al azar





PRODUCTORES
DE LECHE

Ca, Mg y K intercambiable en los suelos cional LECHERIA EN BAJURA

Saturación de Ca : 65-80%

Saturación de Mg: 10-25%

Saturación de K: 2 – 5%

Nivel crítico de Ca en KCl: 4 cmol(+)/L

Nivel crítico de Mg en KCl: 1 cmol(+)/L

Nivel crítico de K en KCl: 0,2 cmol(+)/L

Relaciones o cocientes

Ca/Mg = 2 – 5

Mg/K = 2.5 – 15

Ca+Mg/K = 10 – 40

Ca/K = 5 – 25



Tabla de interpretación de análisis de suelos

(Eloy Molina 2000)

		Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH		< 5	5 – 6	6 – 7	> 7
Ca	cmol/L	< 4	4 – 6	6 – 15	> 15
Mg	cmol/L	< 1	1 – 3	3 – 6	> 6
K	cmol/L	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 0.8	> 0.8
Acidez	cmol/L		0.3 – 1	< 0.3	> 1
S.A.	%		10 – 30	< 10	> 30
P	mg/L	< 10	10 – 20	20 – 50	> 50
Fe	mg/L	< 5	5 – 10	10 – 50	> 50
Cu	mg/L	< 0.5	0.5 – 1	1 – 20	> 20
Zn	mg/L	< 2	2 – 3	3 – 10	> 10
Mn	mg/L	< 5	5 – 10	10 – 50	> 50
B	mg/L	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1	> 1
S	mg/L	< 12	12 – 20	20 – 50	> 50
MO	%	< 2	2 – 5	5 – 10	> 10
RELACIONES CATIÓNICAS		Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
		2-5	5-25	2.5-15	10-40



CÓMO CONOCER SI UN SUELO TIENE PROBLEMAS DE ACIDEZ?

1. pH del suelo:

pH < 5.0: fuertemente ácido

pH 5.0-5.5: muy ácido

pH 5.5-6.0: moderadamente ácido

pH 6-6.5: ligeramente ácido

2. Suma de bases

(Calcio+Magnesio+Potasio):

Baja: < 5 cmol(+)/L

Moderada o media: 5-12 cmol(+)/L

Optima o adecuada: > 12 cmol(+)/L

3. Acidez Intercambiable:

Bajo: < 0.5 cmol(+)/L

Medio: 0.5-1.0 cmol(+)/L

Alto: > 1.0 cmol(+)/L

4. Saturación de aluminio:

Optimo: < 15%

Moderado: 15-30 %

Alto: 30-60%

Muy alto: > 60%

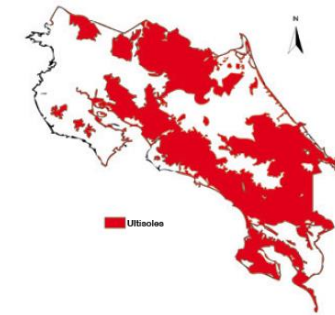
Fertilidad de suelos de Zona Norte de Costa Rica

1. ULTISOLES

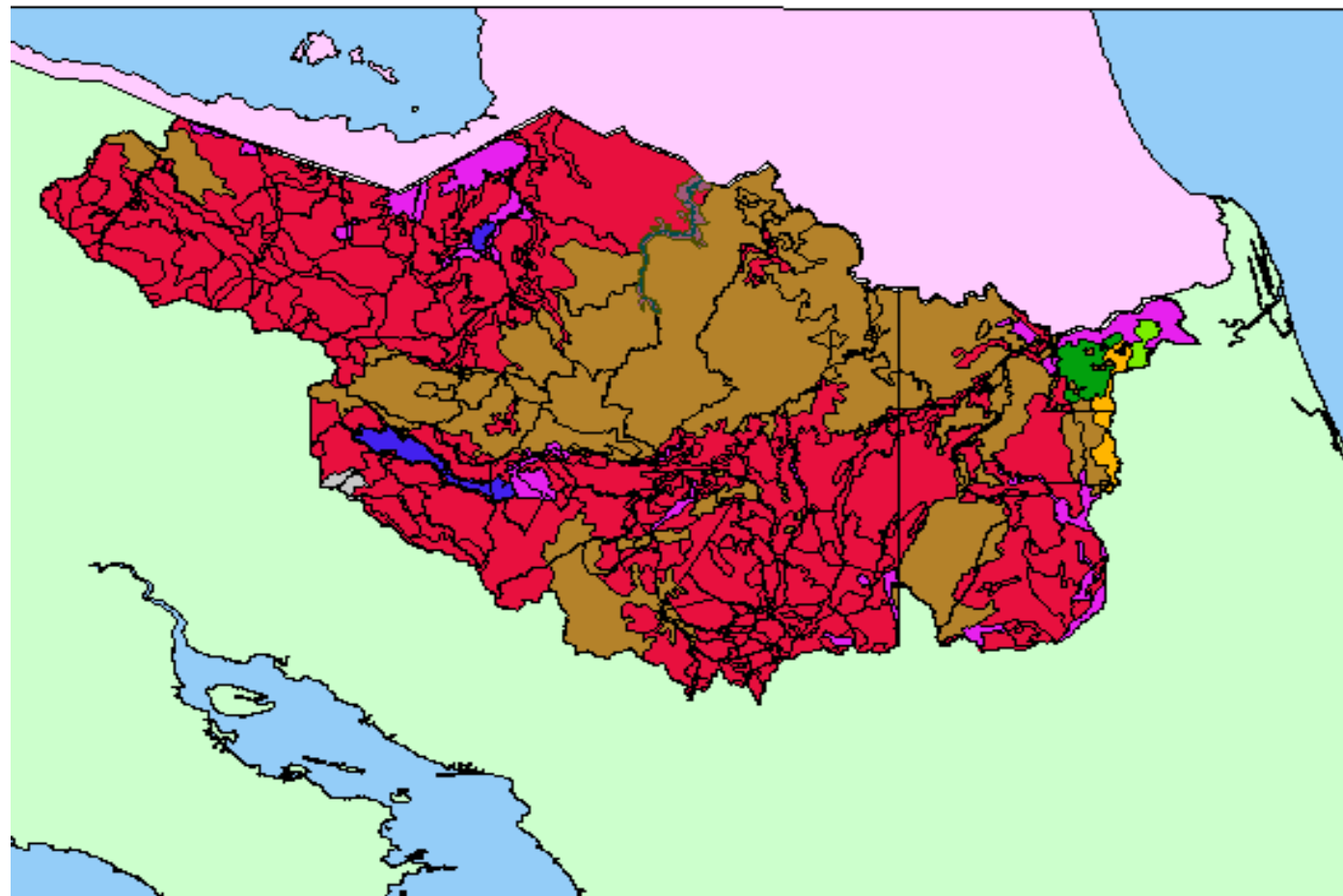
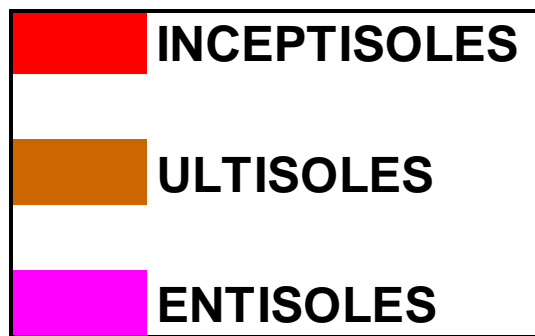
2. INCEPTISOLES (Dístricos)

3. ANDISOLES





SUELOS DE LA ZONA NORTE DE COSTA RICA



ULTISOLES DE COSTA RICA



ULTISOLES

Ejemplo	cmol(+)/L				mg/L				
	Ca	Mg	K	Al	P	Zn	Mn	Fe	Cu
pH _{H₂O}									
4,9	1,5	0,51	0,19	2,1	4	2	20	110	14

- pH ácido, y saturación de Al moderada a alta.
- Toxicidad de Al, Fe y Mn.
- Deficiencias de Ca, Mg, P, Zn.
- Baja CIC.
- Alta capacidad buffer el suelo dificulta el aumento del pH.



FERTILIDAD DE ULTISOLES DE ZONA NORTE DE COSTA RICA

	Bajo
	Medio
	Optimo
	Excesivo

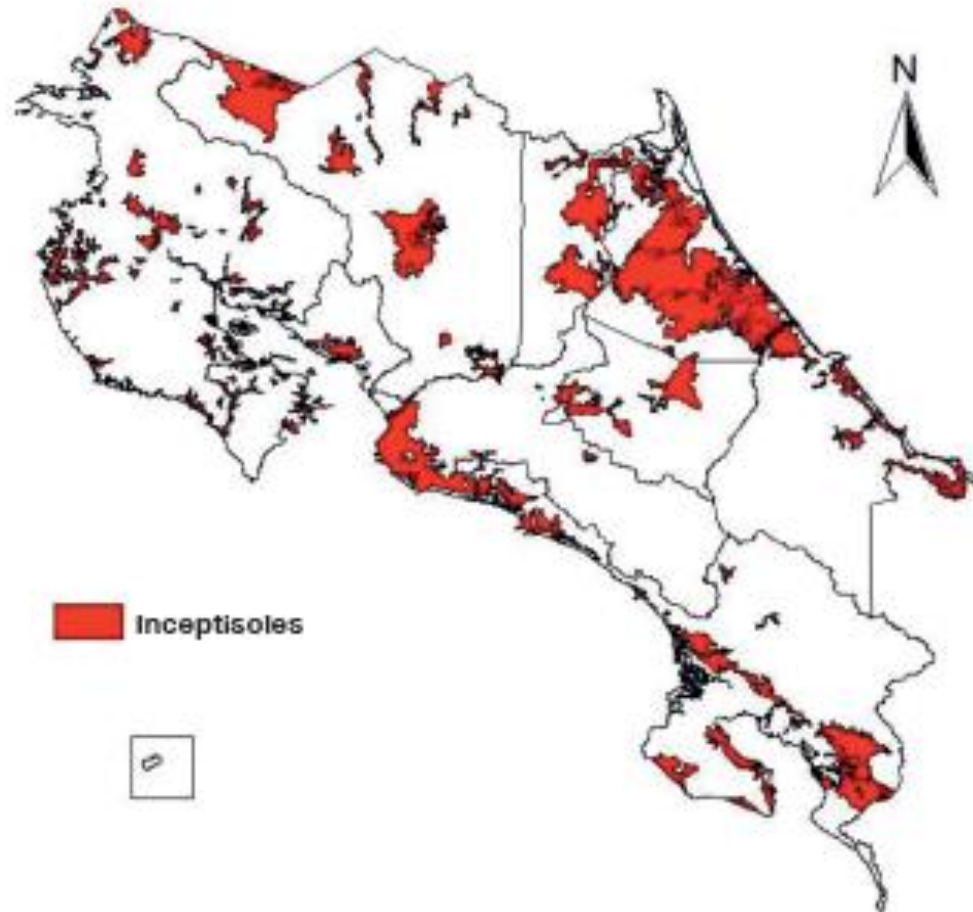
ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS												
ID USUARIO	pH	cmol(+)/L					%	mg/L				
	H ₂ O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
	5,5	0,5	4	1	0,2	5		10	3	1	10	5
Muelle 1	4,1	2,45	0,97	0,30	0,08	3,80	64	4	3,3	17	135	228
Muelle 2	4,5	1,62	1,85	0,76	0,13	4,36	37	12	3,6	13	104	132
Muelle 3	4,0	1,44	2,15	0,76	0,23	4,58	31	4	2,4	13	128	204
Santa Rosa 1	3,9	4,59	0,65	0,31	0,15	5,70	81	2	4,7	14	351	9
Santa Rosa 2	4,4	1,80	0,93	1,10	0,22	4,05	44	2	4,8	35	572	22
Santa Rosa 3	5,1	0,76	3,45	1,22	0,20	5,63	13	1	4,1	13	99	66
Santa Rosa 4	4,9	0,76	4,24	1,87	0,13	7	11	ND	1,9	8	224	107
Cutris 1	5,2	0,43	4,74	1,77	0,25	7,19	6	2	5,2	14	116	55
Cutris 2	5,4	0,42	6,12	1,76	0,25	8,56	5	3	4,9	14	111	65
Cutris 3	4,3	2,11	1,23	0,59	0,16	4,09	52	6	1,9	11	118	125
Pital 1	4,8	2,01	2,1	1,5	0,34	5,95	34	16	5,3	17	298	45
Pital 2	4,4	1,32	1,72	0,57	0,26	3,87	34	5	3,7	13	159	143
Pital 3	4,1	2,62	0,43	0,34	0,12	3,51	75	2	2,5	10	189	47
Pital 4	5,1	0,33	2,61	0,98	0,08	4,00	8	5	0,5	3	40	4
Pital 5	4,8	0,34	3,15	0,75	0,58	4,82	7	8	3,3	10	53	129

Manejo



- Encalado para reducir el Al interc. e incrementar Ca.
- Respuesta a la aplicación de Mg y uso de cal dolomita.
- Subsuelo ácido: respuesta al yeso.
- Encalado y fertilización N, P, K, P y Zn.
- Abonos orgánicos reducen toxicidad de Al y Mn.
- Mejorar el manejo de fertilizantes de N amoniacal.

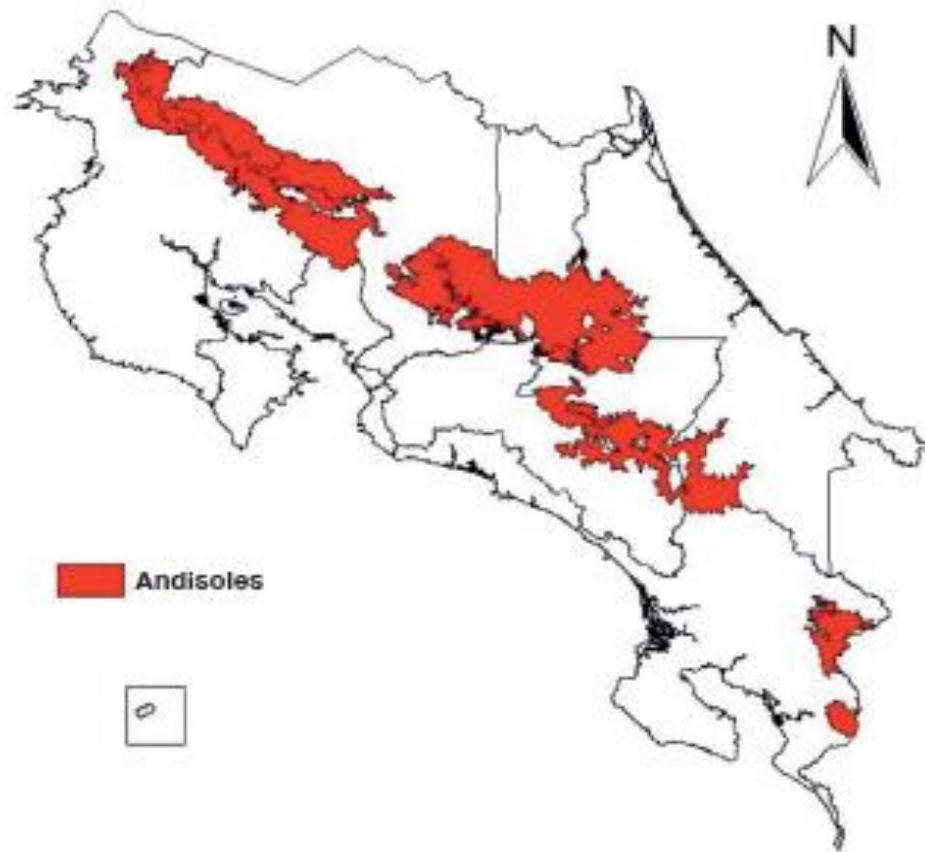
INCEPTISOLES



- Zona norte: baja fertilidad, bajos en calcio y magnesio
- pH ácido
- Acidez intercambiable alta
- Inceptisoles dísticos: bajos en bases



ANDISOLES



- Suelos derivados de cenizas volcánicas.
- Suelos negros, profundos, friables, porosos.
- Texturas livianas: franco arenosos a francos.
- Buenas características físicas.
- Presencia de arcilla alofana.
- Baja densidad aparente.
- Fertilidad baja a media, pH ácido
- Distritos: Quesada, Buena Vista, Venecia

Fertilidad de Andisoles, Zona Norte

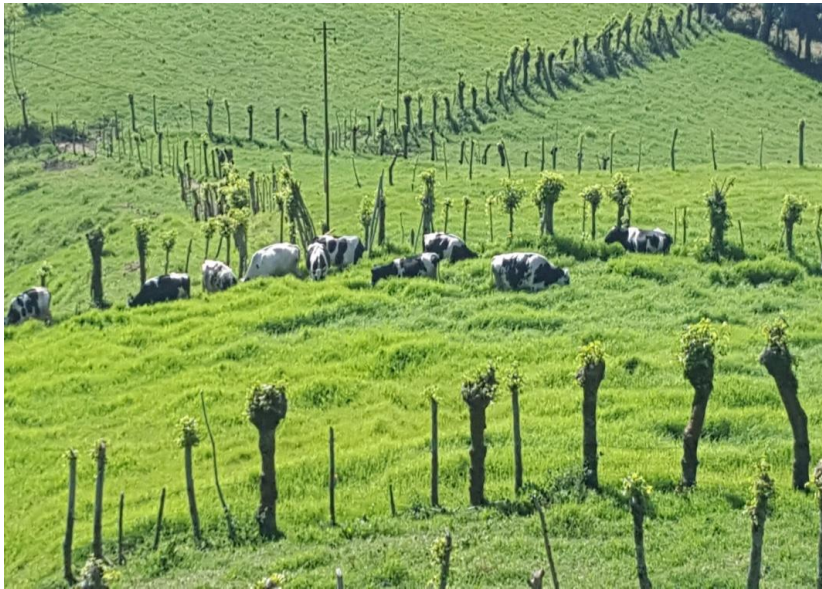
LUGAR	pH	cmol(+)/L					%	mg/L					%
		ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn	MO
Ciudad Quesada	5,5	0,67	3,89	0,78	0,23	5,57	12	5	3,7	6	189	25	6,23
Sucre	5,2	0,78	4,34	0,89	0,25	6,26	12	3	2,3	12	156	36	7,56
Venecia	4,5	2,25	3,45	0,56	0,16	6,42	35	12	1,5	7	289	44	6,34
San Gerardo	5,7	0,23	8,07	1,34	0,28	9,92	2	7	2,1	13	223	35	7,42
Santa Fé	4,6	1,25	2,67	0,76	0,35	5,03	25	15	3,3	11	278	46	5,23
Aguas Zarcas	5,4	0,45	4,34	1,23	0,19	6,21	7	8	1,9	6	145	46	6,78
San Vicente	5,3	0,89	2,56	0,75	0,32	4,52	20	5	1,6	10	289	37	7,32

	Bajo
	Medio
	Optimo
	Excesivo



MANEJO DE ANDISOLES

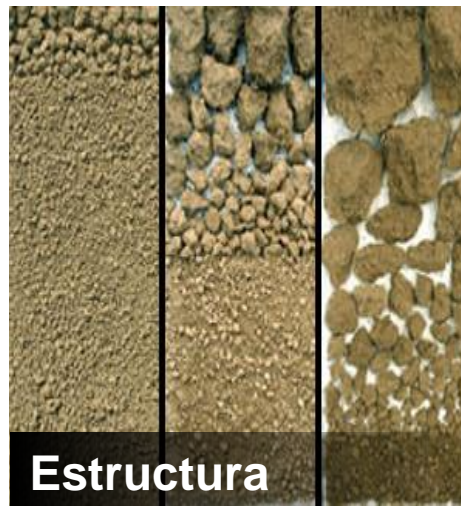
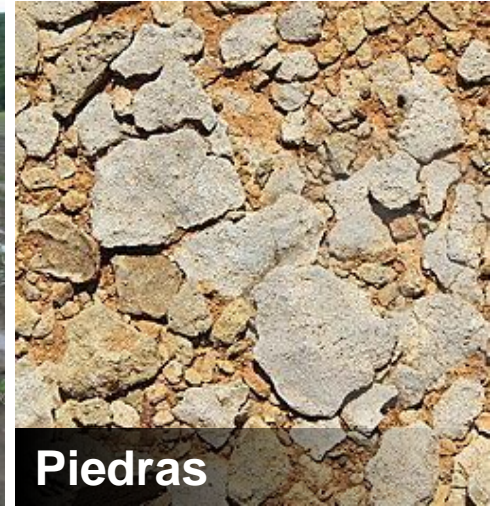
onal
URA



MANEJO NUTRICIONAL



- Requieren la aplicación de enmiendas para disminuir la acidez, subir el pH y suministrar calcio y/o magnesio
- Aplicación de fertilizantes con fósforo
- Respuesta a fertilización nitrogenada
- Fertilización con boro, zinc y molibdeno



COMPACTACIÓN

El problema:

Degrada la estructura del suelo

Disminuye el espacio aéreo y la porosidad del suelo

Disminuye el drenaje y la infiltración del agua en el suelo

Aumenta el encharcamiento superficial

Disminuye el crecimiento de las raíces y por lo tanto afecta el crecimiento del pasto

Pasturas con mucho tiempo de uso y áreas de pendientes erosionadas, y zonas encharcadas



COMPACTACIÓN

Prevención y solución:

Evitar el sobrepastoreo y exceso de carga animal

Uso excesivo de maquinaria agrícola

Conservación de suelos en zonas de laderas

Aplicación de abonos orgánicos

Subsolador para romper capa compactada:

Superficial < 30 cm: arado o rastra profunda

Subsuelo > 30 cm: subsolador

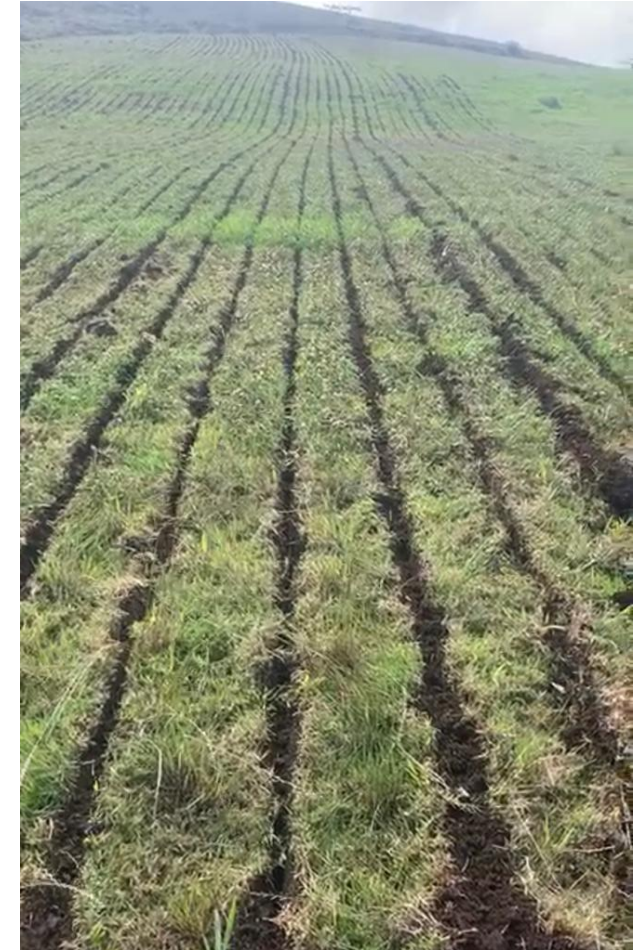
Subsolador o arado de cincel tipo escarificador afloja el suelo sin invertir ni mezclar para pastos establecidos



Pasto establecido: Cincel tipo escarificador a 35 cm de profundidad, con punta afilada, sin placa plana en la punta, ni parabólica para evitar invertir el suelo

Con un disco al frente de cada escarificador que corta las raíces y la cepa para evitar que el pasto se levante y lo dañe

Descompacta y forma líneas de infiltración que mejoran el drenaje y aireación, disminuyen escorrentía superficial y guardan el agua dentro del suelo (ideal para épocas secas)



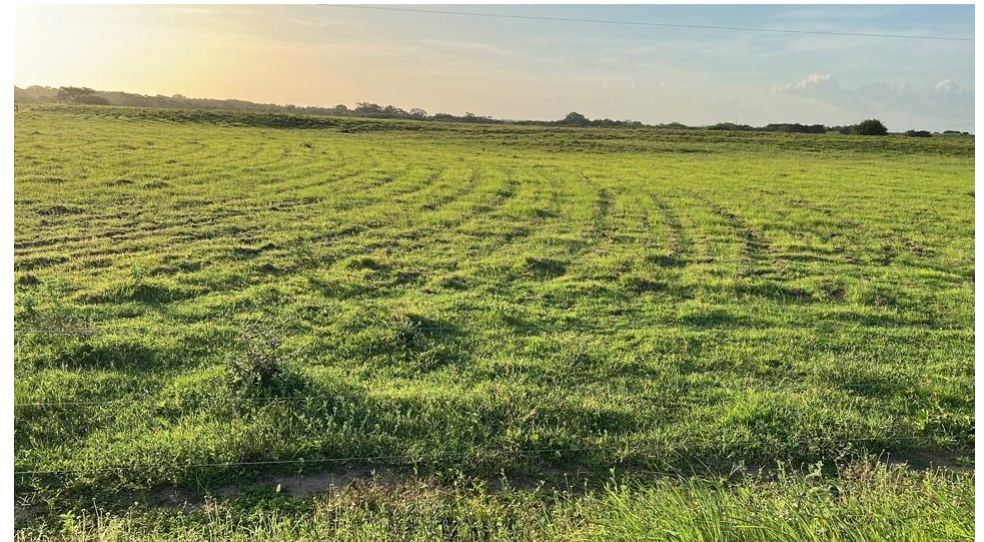
LINEAS DE INFILTRACIÓN



...excepto donde hicimos las líneas de infiltración que vienen brotes nuevos"



Fuente: Agricien,
info@agricien.net,
jose.aguero@agricien.com



ENCALADO

1. Aplicación masiva de materiales que generan basicidad en el suelo

2. Yacimientos naturales de carbonatos de calcio y/o magnesio, tales como roca caliza, dolomita, magnesita, etc

3. Molienda fina es clave para reacción química en el suelo



**Enmienda en polvo malla 60 mesh
(250 micras): 3 – 6 meses**
**Ejemplo: Carbonato de calcio,
dolomita**



**Enmiendas micronizadas 600- 15.000
mesh (1 - 20 micras): 2 – 4 días**
**Ejemplo: Surflo Calcio, Cal 56,
Agroplant y otras enmiendas
líquidas**



Fuentes de enmiendas

Material	Fuente	%CaO	%MgO
Cal calcítica	Carbonato de calcio CaCO_3	48-56	
Cal viva	Óxido de calcio CaO	65-90	
Cal apagada	Hidróxido de calcio Ca(OH)_2	55-75	
Cal dolomítica	Carbonato de calcio y magnesio $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	28-32	12-18
Magnesita	Carbonato de magnesio MgCO_3		35-45
Magnesita calcinada	Óxido de magnesio MgO		60-95
Silicatos	Silicatos de calcio	35-45	
	Silicato de magnesio		30-40



Dosis de cal

Kamprath: Ton/ha = Acidez x 2 x 100/PRNT

Reducción de % saturación de acidez a <20%:

1.5 (%SAR - %SAD) (C I C E)

Ton $\text{CaCO}_3 \text{ ha}^{-1}$ = ----- x f (100/PRNT)

Dosis: 1-3 ton/ha 100

Carbonato de calcio: más barato

Dolomita: problemas de magnesio, más cara

MICRONIZADAS:

Cal floable: 100 – 300 kg/ha

Cal líquida: 50 – 100 litros/ha



Dosis de cal

1 ton/ha de CaCO_3 / Dolomita neutraliza 0,5 cmol(+)/L de Acidez Intercambiable

1 ton/ha de CaCO_3

1 cmol(+)/L de Calcio intercambiable

1 ton/ha de
Dolomita

0,5 cmol(+)/L de Calcio

0,5 cmol(+)/L de Magnesio



ENMIENDAS MICRONIZADAS

MARCA	COMPOSICIÓN	CaO	MgO	N	Presentación	No. Registro MAG
		% p/v				
Cal 56	Carbonato de calcio, urea	56		6,9	líquido	5058
Activist Mag-Flo	Óxido de magnesio, urea		41,5	1,7	líquido	7271
Surkal	Carbonato de calcio, urea	54		6	líquido	7457
Alcaplant	Óxido de calcio	49			líquido	4540
Nutra Zorb Calcio	Carbonato de calcio	42			líquido	7604
Acical 100	Carbonato de calcio, urea	56		7	líquido	7952
Agroplant Calcio 60	Carbonato de calcio	60			líquido	8041
Calflow*	Carbonato de calcio	55			polvo floable	9197
Doloflow*	Dolomita	32	20		polvo floable	9196
Agrimag*	Carbonato de calcio, MgO	46	5		polvo floable	6602
Full Green*	Dolomita	32	17		polvo floable	10332
Sur Flow Calcio*	Carbonato de calcio	55			polvo floable	7267
Sur Flow Calcio Magnesio*	Carbonato de calcio, MgO	56	5		polvo floable	7251



* composición p/p



Programa de fertilización de pastos debe cumplir con los 4's



Nitrógeno



- **Nutriente principal en producción de pasturas**
- Producción de materia seca, proteína, digestibilidad del pasto, aumento de productividad(carne y/o leche)
- Eficiencia del uso del N: 30 -40%
- **Pérdidas de N altas: volatilización, lixiviación, denitrificación**



Fertilizantes nitrogenados (Méndez 2022)



NITROGENO

- se lixivia
- se volatiliza
- se denitrifica
- se fija

Nitratos principalmente
Dosis fuertes
Baja CICE
Precipitación

Amoniacaes princip.
pH alto, suelos secos
Baja CICE
Temperatura-mezcla

Mala aireación

Amoniacaes-dosis fu
Arcillas 2:1
Regímenes ústicos

Kg aportados de Nitrógeno/Ha/año	39 Fincas
Más de 300 kg	6 (15%)
201 a 300 kg	4 (10%)
101 a 200 kg	10 (26%)
1 a 100 kg	15 (38%)
0 Kg	3 (11%)
<i>En promedio se aplican 136 kg N / Ha / año</i>	



MANEJO DE FERTILIZANTES CON NITRÓGENO EN PASTOS



- **Nitrato de amonio y Nitrofétil Nitromag, más apropiado para clima seco porque no hay volatilización de amoníaco**

- **Urea más apropiada para clima húmedo para reducir volatilización de amoníaco**

- **Urea granulada es más conveniente para aplicaciones al voleo**

- **Urea con azufre para suelos con deficiencia de azufre**

- **Dosis de N: 150 – 300 kg/ha/año**

MANEJO DE FERTILIZANTES CON NITRÓGENO

- Incorporación de urea evita volatilización
- Inhibidor de ureasa: Agrotain, reduce volatilización de amoníaco
- Inhibidor de nitrificación: reduce pérdida por lixiviación de nitratos
- Fuentes de lenta liberación: Urea recubierta con azufre, Urea formaldehído
- Forrajes de leguminosas requieren mucho menos nitrógeno
- Fraccionar la dosis de nitrógeno 8 -10 aplicaciones al año
- Fertilización foliar con Urea y extractos orgánicos o humus líquido
- Enriquecer humus líquido con urea
- Utilizar purines y boñiga de los animales que son muy altos en nitrógeno y fósforo

Fertilizantes con fósforo (Méndez 2022)

FOSFORO

Adsorción

Precipitación

Inmovilización

Aplicado al voleo
Fraccionado
Suelos volcánicos
Suelos Ácidos

pH alto
Aplicado con enmiendas

Actividad microbiana
Poco P disponible
MO desbalanceada



FERTILIZANTES CON P

FOSFATO DIAMÓNICO DAP 18-46-0

FOSFATO MONOAMÓNICO MAP 11-52-0
12-60-0

10-30-10, 12-24-12, 8-40-12,

kg aportados de Fósforo /Ha/año	39 Fincas
Más de 80	1 (3%)
40 a 80 kg	3 (7%)
1 a 40 kg	28 (72%)
0 Kg	7 (18%)

En promedio se aplican 16 kg P / Ha / año



Manejo de fertilizantes con P en pastos

Asociación Nacional
DE LECHE
COSTA RICA

- Aplicaciones en banda localizada reducen pérdida por fijación
- Aplicar fósforo con nitrógeno amoniacal: DAP, MAP
- Fraccionamiento de la dosis
- **Aplicar cal si el suelo es ácido**
- **Utilizar purines y boñiga de los animales que son muy altos en nitrógeno y fósforo**
- **Forrajes de leguminosas son mucho más exigentes en fósforo**
- Dosis de siembra: 100 – 150 kg/ha de P_2O_5
- Dosis en pastoreo: 50 -100 kg/ha de P_2O_5



Manejo de fertilizantes con K en pastos

- Dosis de potasio en pastos muy baja en Costa Rica
- Aporte de K en suelos volcánicos es muy bueno
- Absorción de potasio en gramíneas es alto
- Reciclaje de potasio en orina y excretas es muy alto: 60 -80% del K extraído en el pasto
- Purines aportan potasio

Fertilizantes con potasio:

KCl 0-0-60

Sulfato de potasio 0-0-50-17(S)

Kmag 0-0-22-18(MgO)-22(S)

Patenkali 0-0-30-10(MgO)-14(S)

Polisulfato 0-0-14-7-16(CaO)-16(S)



Manejo de fertilizantes con K en pastos

- Poca respuesta a fertilización con potasio debido a la disponibilidad de K en el suelo
- **Andisoles:** buena disponibilidad de K en general
0.3 -0.5 cmol(+)/L de K
Buen contenido de K disponible en sitios como Vara Blanca, Poás, Alajuela, Cartago, Zarcero, Coronado, Tilarán, Liberia, Santa Cruz, Pococí, Parrita, Quepos, etc
- **Ultisoles y Alfisoles:** con menor disponibilidad de K
Sitios: Sarapiquí, Los Chiles, Turrubares, Coto Brús, Nicoya, Nandayure, Pérez Zeledón, San Carlos, Guatuso
- Dosis : 50 -100 kg/ha/año de K₂O



FÒRMULAS COMPLETAS PARA PASTOS



Fosfopasto Plus	13-26-12-3.5-1(CaO)-4(S)-0.2(ZN)-1.4(Si)
Nutripasto Plus	22-9-5-4-2(CaO)-4(S)-0.4(Zn)-1.4(Si)
Abopasto	24-12-6- 4,9-6(S)- 0,04 (Zn)
Complex	27-6-3-2-4(S)

PURINES: comprenden una mezcla de excretas líquidas y sólidas de bovinos lecheros, junto con el agua utilizada en el

proceso de limpieza después del ordeño. Estos desechos son recolectados y colocados en pozos y posteriormente son aplicados a los pastizales de diferentes maneras.

Vaca de 400 – 600 kg de peso produce 60 kg/día de estiércol con buen contenido de N, P y K

1 m³ de purines aporta:

N: 4,1 - 5,7 kg

P: 0,9 – 1,7 kg

K: 2,4 – 3,9 kg

Ca: 3,9 – 13,1 kg

Mg: 0,9 a 1,7 kg



ABONOS ORGÁNICOS

Materiales que se obtienen de la degradación y mineralización de residuos orgánicos de origen animal, vegetal, que se aplican a los suelos con el propósito de mejorar sus características químicas, físicas y biológicas, ya que aportan nutrientes que activan e incrementan la actividad microbiana de la tierra, son ricos en materia orgánica, energía y microorganismos y bajos en elementos inorgánicos.

EFFECTOS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

- .Efecto fertilizante
- .Efecto estimulador del crecimiento de raíces
- .Aumentan cantidad de nutrientes almacenables en el suelo
- .Mejoran estructura del suelo
- .Activan población y diversidad de microorganismos



- Dosis de 3 – 10 ton/ha
- Otras fuentes orgánicas: extractos líquidos de compost, algas marinas, ácidos húmicos y fúlvicos, aminoácidos



Broza



Gallinaza



Lombricompost



Estiércol de ganado



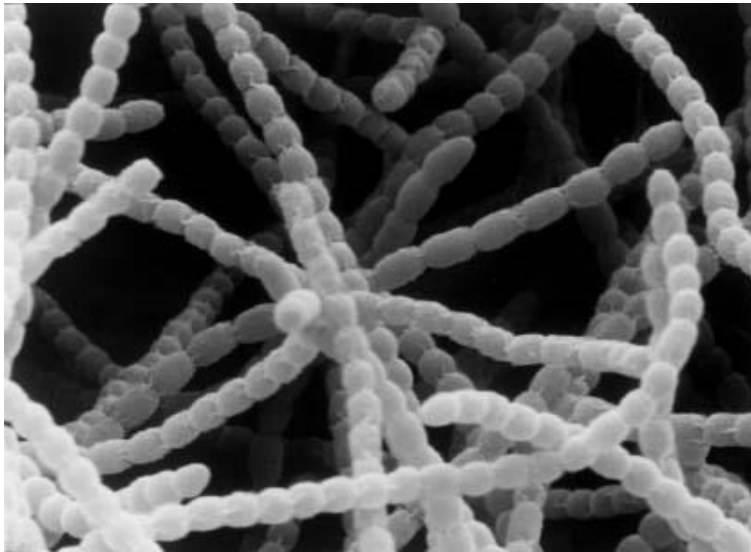
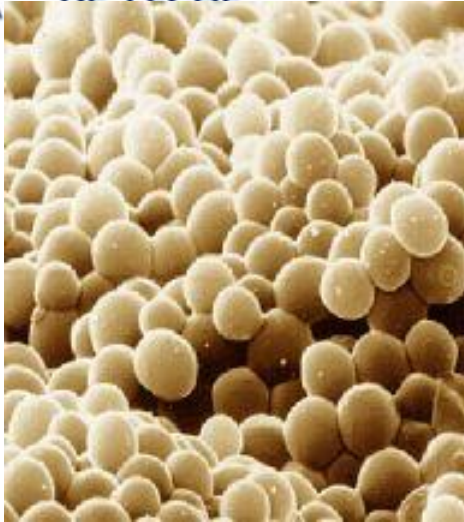
Humus líquido

- Es el extracto líquido que se recoge durante el proceso de composteo de abonos orgánicos
- Es rico en humus y materia orgánica, microorganismos, y contiene pequeñas cantidades de nutrientes solubles
- Puede ser enriquecido agregando otros materiales solubles como fertilizantes, algas, aminoácidos, etc.
- Efecto fertilizante y estimulador de raíces y crecimiento vegetal
- Dosis: 30 a 40 litros/ha 4 o 5 veces al año al suelo, 2 – 4 l/ha en aplicación foliar

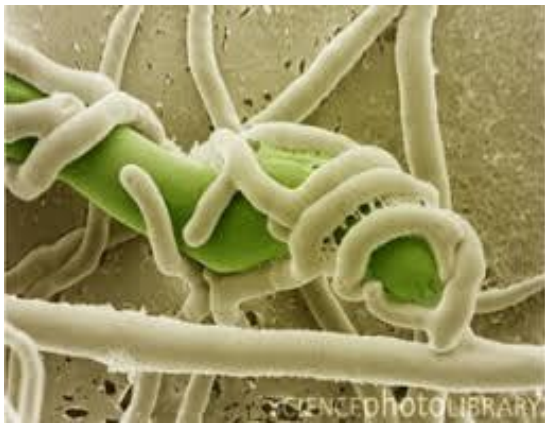
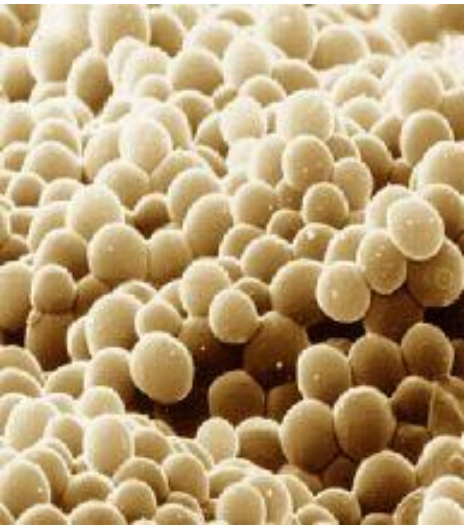


- Abono líquido producto de la descomposición anaeróbica de desechos de animales y vegetales
- Es un estimulante del crecimiento y desarrollo de las plantas, su parte líquida se aplica como abono foliar o en drench al suelo, puede enriquecerse con sales fertilizantes: urea, roca fosfórica, sulfatos de Mg, K y Zn, ácido bórico, etc





- Los biofertilizantes son inoculantes microbianos o grupos de microorganismos, los cuales, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican al suelo y las plantas, y mejoran el crecimiento de raíces y plantas.



MANEJO DE SUELO Y NUTRICIÓN



Descompactación de suelo si es necesario

Análisis de suelos para diagnóstico de nutrición

Aplicación de enmiendas

Programa de fertilización: N-P-Ca-Mg-S-Zn

Uso adecuado de purines

**Fertilización foliar con humus líquido,
biofertilizantes, bioles**

**Aplicación de abonos orgánicos y
microorganismos**