



Los isótopos de un elemento son aquellos que tienen diferente número de neutrones y por lo tanto su masa varía. En la naturaleza se encuentran tres isótopos de carbono; el más abundante con masa 12 (98,9%), el 13 (que es el que nos interesa en este boletín; con apenas 1,1 % de todo el carbono de la tierra) y el 14 (de uso en la datación de la edad de elementos biológicos; muy escaso, con una parte por millón). La relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ se mide en partes por mil (0/000) y se expresa como la desviación sobre un patrón de carbonato de calcio, que para efectos prácticos es una piedra caliza. En biología si un material orgánico se compara con el patrón y la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ es más pequeña, se dice que se aleja hacia la izquierda del cero y se le pone un signo negativo. Esto sucede en las plantas, los organismos vivos que se alimentan de estas, así como sus excreciones, emisiones de gases producto de la dieta y el suelo donde se descomponen cuando mueren. Las plantas muestran variaciones en la discriminación del isótopo de Carbono 13 ($\delta^{13}\text{C}$) debido a las diferentes vías de fotosíntesis que utilizan. Para efectos de lo que nos interesa, podemos decir que: los pastos tropicales son tipo C4 (primer compuesto estable de la fotosíntesis es de cuatro carbonos). Mientras los árboles de los bosques naturales tropicales americanos que tienen muchas especies de hoja ancha, normalmente son de tipo C3 (primer compuesto estable de la fotosíntesis es de tres carbonos). De esta forma los pastos tropicales que usamos más comúnmente tienen una discriminación al $\delta^{13}\text{C}$ del -16 al -10 y los árboles de los bosques entre -25 y -30. El carbono de las plantas de estos agro ecosistemas, sus partes, cuerpos de otros organismos que se alimentan de estos, excretas y emisiones tendrán una **firma isotópica** parecida (rango cercano), como ocurre en los suelos de pastura (-20 a -15) y bosque(-32 a -26) que tiende a mantener una discriminación con valores semejantes o cercanos de la vegetación que aporta el carbono a través de la materia orgánica de las especies que conforman las coberturas vegetales. Así pasa con las excretas y las emisiones, siguen manteniendo una **firma isotópica** parecida.

El INTA con el apoyo de la Cámara de Productores de Leche, CORFOGA, FITTACORI desde hace varios años y actualmente con FONTAGRO ha venido realizando monitoreos de $\delta^{13}\text{C}$ en los suelos con pasturas y bosques, las especies de pasto, los alimentos externos a las fincas y las excretas de los animales de fincas ganaderas, por lo que se conocen valores de

discriminación de $\delta^{13}\text{C}$ de los componentes de las fincas ganaderas (figura 1).



Figura 1. Discriminación del isótopo 13 del carbono en las fincas ganaderas de Costa Rica

Por otra parte, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en su boletín número 18 de 26 de octubre del 2022, sobre los gases de efecto invernadero indica que el metano atmosférico está sufriendo un empobrecimiento fuerte de $\delta^{13}\text{C}$ con valores entre -47,1 y -47,7. Además, que la cantidad de metano en la atmósfera va en aumento. Partiendo del hecho que el metano en la atmósfera permanece como tal entre 10 a 12 años, y que como ya sabemos mantiene una firma isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ cercana a la materia orgánica que le dio origen. Es prácticamente improbable que las emisiones de metano incrementales actuales sean producto de los rumiantes que pastorean en pastos tipo C4. Esta teoría toma mayor fortaleza cuando se conoce que los inventarios de bovinos en el mundo no han crecido en las últimas dos décadas, mientras las emisiones de metano continúan incrementándose. Estamos de acuerdo que Costa Rica no influye fuertemente en los incrementos de metano biogénico a nivel mundial, pero sirve de ejemplo para indicar que el incremento de metano no es por los animales que pastorean plantas tipo C4 en la faja tropical.

Cuadro 1. Discriminación de $\delta^{13}\text{C}$ de los alimentos suplementarios más utilizados en las fincas lecheras.

Alimento	Discriminación $\delta^{13}\text{C}$
Citropulpa	-28.4
Levadura	-14.3
Maíz molido	-11.9
Melaza	-12.3
Pasto	-12.4
Soya	-25.4
Concentrado comercial	-16.2

En conclusión en términos de discriminación del $\delta^{13}\text{C}$; el valor promedio nuestros pastos, alimentos para el ganado y el carbono de suelos con pasturas se sitúa entre -17 y -10, con excepciones como la soya y la citropulpa. Este rango está muy lejos del -47,4 de discriminación del $\delta^{13}\text{C}$ que forma parte de las moléculas del metano atmosférico que hoy calientan el planeta.