

LINEAMIENTOS EN NUTRICION PARA CULTIVO DE CANNABIS

PONENCIA PRESENTADA EN EL IV SEMINARIO TECNICO LA AGRONOMÍA DEL CANNABIS PARA USO MEDICINAL E INDUSTRIAL

GRUPO MONTEVERDE, NOV. 3-12/2021; BOGOTA – COLOMBIA

Por: Felipe Calderón Sáenz

Dr. Calderón Labs.

calderon@drcalderonlabs.com

INTRODUCCION

En los últimos 3 o 4 años, el cultivo del Cannabis a nivel mundial ha venido siendo aceptado legalmente en muchos países y esta corriente también ha llegado Colombia, de tal manera que hoy en día, existe la posibilidad de cultivar cannabis dentro del marco de la legalidad, aunque las grandes barreras de tipo legal que se han impuesto (prohibir todo para después cobrar por las Licencias) y su elevadísimo costo para superarlas hacen que continúe como siempre un amplio porcentaje del cultivo en la ilegalidad.

Esta situación en el pasado, en particular en nuestro país, ha precluido la investigación formal y a pesar de que Colombia ha sido un país destacado en el ámbito Internacional por la calidad y cantidad de su producción, todo el desarrollo tecnológico del cultivo se ha realizado de manera empírica sin soporte académico ni científico en ninguno de sus aspectos tales como genética, plagas, enfermedades, suelos, nutrición y adaptación climática, etc.

Es así como hoy en día vemos llegar a nuestro país, tecnologías y cultivares importados con costos en el orden de US\$ 5 hasta US\$ 10 por semilla y no sabemos si serán fructíferas en nuestro medio, si serán resistentes a las enfermedades, como se deberán cultivar y como se deberán nutrir entre otros requerimientos.

Para contribuir al conocimiento de la nutrición del Cannabis, hemos preparado un estudio analítico sobre 82 muestras comerciales de Cannabis, procedentes de diferentes partes del territorio nacional, dos de ellas correspondientes a cultivo propio sobre las cuales se reportó en artículo anterior y que presentamos en esta pequeña charla, mediante la cual trataremos de profundizar con la ayuda del auditorio en el conocimiento de cómo se nutre una planta de cannabis.

QUE NUTRIENTES SON NECESARIOS PARA LA PLANTA DE CANNABIS

Desde los años 30's (1933) el Dr. Dennis Robert Hoagland, Investigador Norteamericano, profesor de Nutrición Vegetal en la Universidad de California en Berkeley desde 1927 hasta su muerte en 1949, prominente impulsor de la Nutrición Vegetal estableció los elementos y las cantidades relativas de ellos que absorben las plantas.

Igualmente desarrolló la que hoy en día se llama "Licor o Solución de Hoagland" (Publicada por última vez después de su muerte por su discípulo Daniel Arnon, llamada por ello solución de Hoagland and Arnon) cuya composición citamos a continuación, tomada del Libro "Mineral

Nutrition of Plants, Principles and Perspectives” de Emanuel Epstein otro prominente fisiólogo de la Universidad de Davis, California.

TABLE 5.3
Composition of a modified Hoagland nutrient solution for growing plants

Compound	Molecular weight	Concentration of stock solution	Concentration of stock solution	Volume of stock solution per liter of final solution	Element	Final concentration of element	
	g mol ⁻¹	mM	g L ⁻¹	mL		μM	ppm
Macronutrients							
KNO ₃	101.10	1,000	101.10	6.0	N	16,000	224
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	236.16	1,000	236.16	4.0	K	6,000	235
NH ₄ H ₂ PO ₄	115.08	1,000	115.08	2.0	Ca	4,000	160
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246.48	1,000	246.49	1.0	P	2,000	62
					S	1,000	32
					Mg	1,000	24
Micronutrients							
KCl	74.55	25	1.864	2.0	Cl	50	1.77
H ₃ BO ₃	61.83	12.5	0.773		B	25	0.27
MnSO ₄ ·H ₂ O	169.01	1.0	0.169		Mn	2.0	0.11
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	287.54	1.0	0.288		Zn	2.0	0.13
CuSO ₄ ·5H ₂ O	249.68	0.25	0.062		Cu	0.5	0.03
H ₂ MoO ₄ (85% MoO ₃)	161.97	0.25	0.040		Mo	0.5	0.05
NaFeDTPA (10% Fe)	468.20	64	30.0	0.3–1.0	Fe	16.1–53.7	1.00–3.00
Optional^a							
NiSO ₄ ·6H ₂ O	262.86	0.25	0.066	2.0	Ni	0.5	0.03
Na ₂ SiO ₃ ·9H ₂ O	284.20	1,000	284.20	1.0	Si	1,000	28

Source: After Epstein 1972.

Note: The macronutrients are added separately from stock solutions to prevent precipitation during preparation of the nutrient solution. A combined stock solution is made up containing all micronutrients except iron. Iron is added as sodium ferric diethylenetriaminepentaacetate (NaFeDTPA, trade name Ciba-Geigy Sequestrene 330 Fe; see Figure 5.2); some plants, such as maize, require the higher level of iron shown in the table.

^aNickel is usually present as a contaminant of the other chemicals, so it may not need to be added explicitly. Silicon, if included, should be added first and the pH adjusted with HCl to prevent precipitation of the other nutrients.

COMPOSICIÓN DE LAS PLANTAS Y CONCEPTO DEL ESQUELETO MINERAL

Cuando se analizan diversas clases de plantas se encuentra en su composición, entre numerosos compuestos orgánicos, una quincena de elementos minerales, que constituyen lo que aquí hemos llamado el “Esqueleto Mineral”.

Sorprendentemente, aunque la composición y los metabolitos elaborados por las distintas plantas son muy diferentes la composición de su “Esqueleto Mineral” es muy similar. Algunos elementos forman parte de los metabolitos principales, como el Nitrógeno y el Azufre en las proteínas, el Fósforo en el ATP para la transferencia de energía, el Potasio como catión libre para la movilización de los aminoácidos y ácidos orgánicos, el Magnesio en la clorofila y así por el estilo los demás elementos.

Las grandes diferencias entre unas plantas y otras radican en los metabolitos que ellas producen, más que en su esqueleto mineral. En el caso del Cannabis, ninguno de los primeros cincuenta metabolitos de interés, como los cannabinoides y los terpenos contiene ninguno de los elementos del Esqueleto Mineral.

En el cuadro siguiente tomado de Epstein (1972) vemos el rango en el cual se encuentran los principales elementos de la nutrición mineral de las plantas.

Essential Elements

Essential elements: macronutrients and micronutrients

Adequate tissue levels of elements that may be required by plants (Part 1)			
Element	Chemical symbol	Concentration in dry matter (% or ppm) ^a	Relative number of atoms with respect to molybdenum
Obtained from water or carbon dioxide			
Hydrogen	H	6	60,000,000
Carbon	C	45	40,000,000
Oxygen	O	45	30,000,000
Obtained from the soil			
Macronutrients			
Nitrogen	N	1.5	1,000,000
Potassium	K	1.0	250,000
Calcium	Ca	0.5	125,000
Magnesium	Mg	0.2	80,000
Phosphorus	P	0.2	60,000
Sulfur	S	0.1	30,000
Silicon	Si	0.1	30,000

Source: Epstein 1972, 1999.

^aThe values for the nonmineral elements (H, C, O) and the macronutrients are percentages. The values for micronutrients are expressed in parts per million.

2

Essential Elements

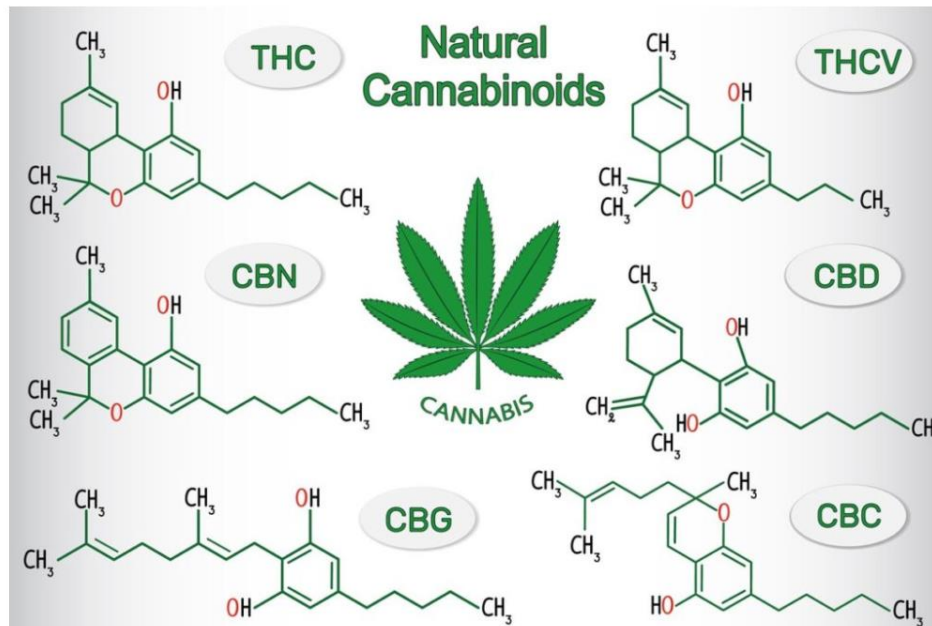
Essential elements: macronutrients and micronutrients

Adequate tissue levels of elements that may be required by plants (Part 2)			
Element	Chemical symbol	Concentration in dry matter (% or ppm) ^a	Relative number of atoms with respect to molybdenum
Obtained from the soil			
Micronutrients			
Chlorine	Cl	100	3,000
Iron	Fe	100	2,000
Boron	B	20	2,000
Manganese	Mn	50	1,000
Sodium	Na	10	400
Zinc	Zn	20	300
Copper	Cu	6	100
Nickel	Ni	0.1	2
Molybdenum	Mo	0.1	1

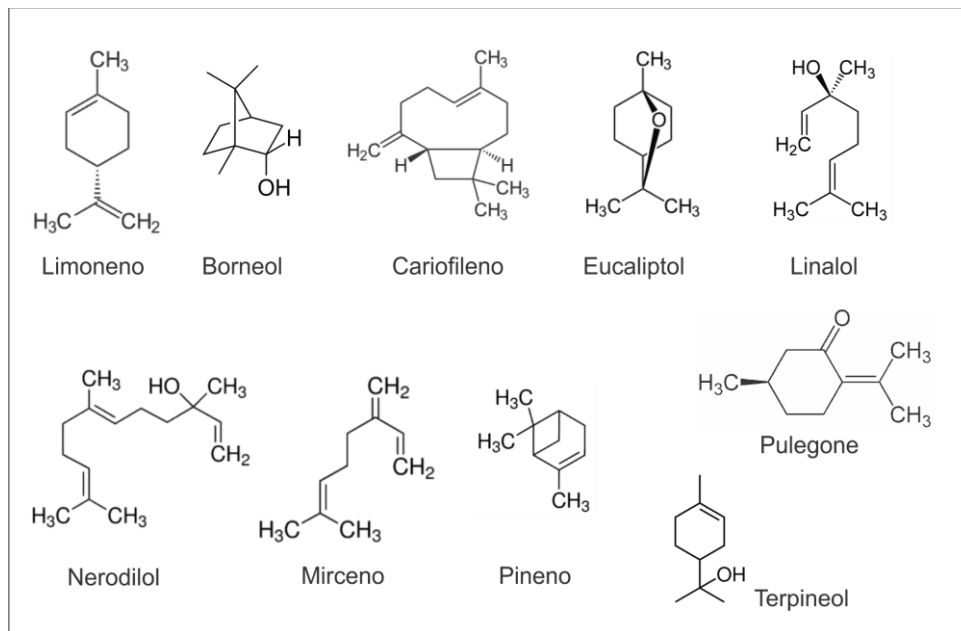
Source: Epstein 1972, 1999.

^aThe values for the nonmineral elements (H, C, O) and the macronutrients are percentages. The values for micronutrients are expressed in parts per million.

Por su parte, los principales metabolitos de la planta como podemos ver en los siguientes gráficos prácticamente no contienen ninguno de los elementos nutricionales. En la planta de Cannabis no se encuentran alcaloides, ya que no hay nitrógeno en ninguno de sus metabolitos.



Estructura Química de los Canabinoides. Fuente: Shutterstock



Estructura Química de los Principales Terpenos. Fte: Elaboración propia.

Por lo anterior, la relación entre la nutrición mineral de la planta y su productividad se da a través de las funciones metabólicas normales y es muy similar a las de las demás plantas.

A modo de ejemplo, citamos a continuación la composición típica del Esqueleto Mineral de diferentes tipos de plantas comparadas con la planta de Cannabis:

	ARROZ	TOMATE	CANNABIS
Nitrógeno %	4	5.5	3.8
Fósforo %	0.28	0.65	0.46
Potasio %	2.7	4.8	2.5
Azufre %	0.4	0.8	0.38
Calcio %	0.6	4	7
Magnesio %	0.3	0.6	1.2
Hierro ppm	450	200	200
Manganeso ppm	450	250	200
Cobre ppm	20	20	18
Boro ppm	25	60	200
Zinc ppm	60	70	80
Sodio ppm	1000	1500	750
Cloruros %	0.5	0.5	1

Composición Típica del "Esqueleto Mineral" en tres clases de Plantas. Fte. Dr. Calderón Labs

Como puede observarse en el cuadro anterior, la pequeña gran diferencia en la formación del esqueleto mineral de estas plantas corresponde, en la comparación del Cannabis con el Arroz, al elemento Calcio. Aquí debemos tener en cuenta que el Arroz es una gramínea cuya nutrición en general corresponde a un esquema bajo en Calcio. Por el contrario, el Cannabis y el Tomate, así como muchas otras plantas, como las solanáceas y muchas leguminosas, forman esqueletos minerales muy similares al Cannabis.

NIVELES CRITICOS DE NUTRIENTES ABSORBIDOS POR LA PLANTA DE CANNABIS

La tabla de niveles críticos foliares propuesta por Dr. Calderón Labs. para el Cannabis es la siguiente:

Cultivo
CANNABIS



TABLA DE NIVELES CRITICOS FOLIARES

	DEFICIENTE	BAJO	MEDIO	ALTO	EXCESIVO
Nitrógeno %	2	2.5	3.8	4.8	
Fósforo %	0.24	0.28	0.46	0.55	
Potasio %	1	1.5	2.5	2.75	
Azufre %	0.12	0.2	0.38	0.5	
Calcio %	3	4.5	7	8	
Magnesio %	0.4	0.6	1.2	1.75	
Hierro ppm	80	120	200	300	
Manganeso ppm	30	50	200	500	
Cobre ppm	6	8	18	36	
Boro ppm	45	60	200	400	
Zinc ppm	30	40	80	260	
Sodio ppm	200	500	750	1000	
Cloruros %	0.25	0.5	1	2	

Tabla de Niveles Críticos Foliar para el Cultivo de Cannabis; Fte. Dr. Calderón Labs.

En este estudio, el valor de la Mediana, lo observamos más acorde a las condiciones naturales de cultivo en campo que el valor de la Media, el cual puede estar un poco distorsionado por aplicaciones foliares de nutrientes y/o productos fitosanitarios, especialmente de Cobre, Manganeso y Zinc. Estos valores para las 82 muestras representativas del cultivo del Cannabis en territorio nacional son los siguientes:

Afnumber	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	Boro	Sodio	Cloruros
	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
Mediana	3.12	0.37	1.95	5.87	0.75	0.28	152	61	11	56	84	645	0.49
Media	3.27	0.38	1.91	5.63	0.84	0.29	169	151	33	87	133	658	0.55
Moda	2.48	0.44	2.17	5.02	0.82	0.37	189	20	9	54	72	562	0.45

Valores de la Mediana, Media a Aritmética y Moda estadística para la composición foliar de la planta de Cannabis.

La mediana, como he encontrado en algunos otros casos, representa mejor las verdaderas necesidades nutricionales del cultivo del Cannabis.

RELACIONES NUTRICIONALES DE LA PLANTA DE CANNABIS

Entre las relaciones nutricionales de las plantas, tenemos en primer lugar las relaciones entre los cationes y aniones, las cuales definen si una planta es indiferente ante el medio radicular o si por

el contrario tiende a alcalinizar o acidificar el medio radicular. En el caso del Cannabis, nosotros lo que hemos encontrado es que la planta de Cannabis es una planta altamente acidificante del medio radicular.

Para encontrar este fenómeno hemos desarrollado desde hace algunos años, la ecuación que define el balance entre aniones cationes en las plantas. Esta ecuación que hemos denominado la "Ecuación de Calderón", por no encontrarla hasta ahora en ninguna otra parte, se plantea de la siguiente manera resumida:

Ver documento:

...Dropbox/Metodos/Análisis Foliar/Teoría del Balance Aniones Cationes en la Nutrición Vegetal.docx

En:

<https://www.dropbox.com/s/wnibzw7687hd6n4/Teoria%20del%20Balance%20Aniones%20Cationes%20en%20la%20Nutrici%C3%B3n%20Vegetal.docx?dl=0>

En dicho documento se deduce lo que llamamos la relación Parcial N-NO₃/N_{Tot}, como:

$$\mathbf{N-NO_3 / N Tot = (\sum Cat + N Tot - \sum Ani + H^+ - OH^-) / 2 N tot} \quad \text{(Ecuación de Calderón)}$$

Y se llama parcial porque para simplificar la ecuación se asumen algunas premisas.

1. Acidificación de la Rizosfera

El Hidrogeno (H⁺) es un elemento que tiene la peculiaridad de poder ser absorbido o excretado por la raíz de las plantas. Cuando en particular, la oferta de N-Amónico (N-NH₄⁺) es muy grande, las plantas lo absorben y mantienen el balance iónico excretando Hidrogeniones. Con este efecto las plantas acidifican la rizosfera y el Hidrógeno adquiere signo negativo en el Balance ya que, en vez de entrar, sale de la planta. Esta estrategia se puede utilizar para mejorar la asimilación de los elementos menores como Hierro y Manganeso, cuya disponibilidad en la solución del suelo, depende del pH del medio. También puede ser utilizada para evitar la absorción excesiva de N-NO₃, al favorecer en las dosis de fertilización las formas amoniacales sobre las formas Nítricas. En la anterior ecuación se asume que esto no ocurre y que el pH de la rizosfera se mantiene constante alrededor de la neutralidad en la cual la concentración de H⁺ es igual a la concentración de OH⁻ y por consiguiente se cancelan en la ecuación, dando origen a la relación Parcial N-NO₃/N_{Tot}, como la siguiente ecuación parcial:

$$\mathbf{N-NO_3 / N Tot = (\sum Cat + N Tot - \sum Ani) / 2 N tot}$$

2. Efecto de los Bicarbonatos

El anión Bicarbonato de peso molecular 61 es extremadamente parecido al anión Nitrato de peso molecular 62. Este último posee un átomo de Nitrógeno de peso atómico 14 unido a tres oxígenos. Por su parte el Anión Bicarbonato posee una dupla CH de peso molecular 13 unida a tres oxígenos. Esto le confiere una arquitectura molecular bastante parecida a la de los Nitratos, la cual, en muchos casos, logra engañar el sistema enzimático

de captura y absorción del nutriente Nitrógeno Nítrico $N-NO_3$. Una vez en el interior de la planta, el anión Bicarbonato HCO_3^- se desdobla en CO_2 y OH^- . El CO_2 sigue la ruta fotosintética y el OH^- resultante alcaliniza el interior de la planta produciendo desórdenes como la clorosis Férrica (Inutilización del Hierro al interior de la planta) similar a la carencia de Hierro.

3. Los valores típicos para la relación NO_3^-/N_{total} están alrededor de 0.9 (90 %). Esto quiere decir que las plantas en general absorben el 90 % de su Nitrógeno en forma Nítrica y el 10 % restante en forma Amoniacal. Una planta puede vivir perfectamente con el 100 % del Nitrógeno en forma Nítrica, pero se intoxica cuando encuentra más del 40 % del Nitrógeno en forma amoniacal.
4. La aplicación de formas 100% Amoniacales al suelo, causa su acidificación paulatina y en principio no intoxica las plantas ya que en el suelo media un fenómeno de nitrificación espontánea a través de bacterias Nitrosomonas y Nitrobacter que convierten el N-Amoniacal en N-Nítrico. Por el contrario, la aplicación del nitrógeno de formas 100 % amoniacales en cultivo hidropónico intoxica inmediatamente las plantas.
5. La anterior conversión del Nitrógeno Nítrico en Nitrógeno Amoniacal en el suelo se da en dos etapas. En la primera etapa, el Amonio es convertido en Nitrito por la acción de las Nitrosomonas. En la segunda etapa el Nitrito es convertido a Nitrato por la acción del Nitrobacter. La primera reacción es lenta mientras que la segunda es rápida. Como consecuencia de esta diferencia en cinética, la presencia de Nitritos en el suelo es casi nula ya que tan pronto logra formarse, rápidamente desaparece. Salvo cuando hay condiciones anóxicas (Carencia de Oxígeno necesario para las reacciones) se dan ciertas acumulaciones de Nitritos en el suelo.
6. La interceptación o el acceso del Amonio al sistema radicular de las plantas es menor en suelo que en sistemas hidropónicos y depende mucho de la capacidad de intercambio catiónico del suelo o sustrato. El Amonio se fija temporalmente en las posiciones de intercambio catiónico y no accede a la raíz con la misma facilidad que el Nitrógeno Nítrico. Esto hace que una alta capacidad de Intercambio catiónico prevenga la toxicidad de Amonio.

En el cuadro siguiente vemos el balance de aniones y Cationes de la planta de Cannabis, especialmente en lo concerniente a Cationes (Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio) y Aniones, (Sulfatos, Cloruros, Fosfatos y Nitratos).

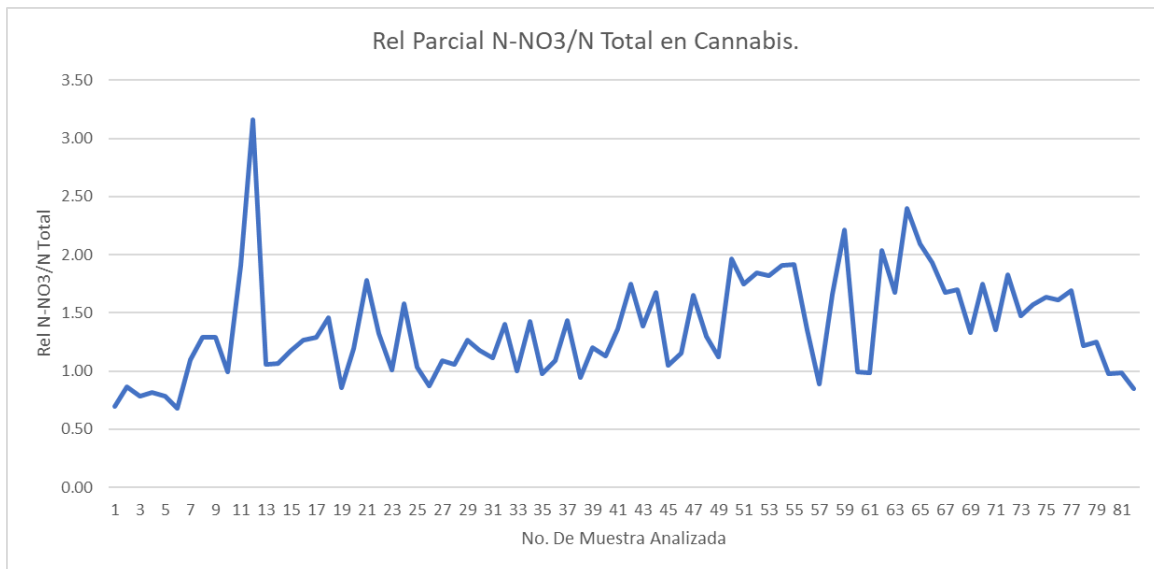
Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Sodio	Cloruros
%	%	%	%	%	§	ppm	%
3.12	0.37	1.95	5.87	0.75	0.28	645	0.49
Cationes			Aniones				
	%	meq/kg			%	meq/kg	
K+; %	1.95	0.500		S-SO4=; %	0.28	0.175	
Ca++; %	5.87	2.935		Cl-; %	0.49	0.138	
Mg++; %	0.75	0.62		P-H2PO4-; %	0.37	0.112	
Na+; ppm	645	0.028		HCO3-; %	0	0.000	
	Σcat	4.08			Σani	0.425	
N-NH4+	0	0.00		N-NO3-; %	3.12	2.23	
H+	-0.14261	-1.426		OH-; %	0	0.00	
	Balance	2.654			Balance	2.654	
N Tot; %	3.12	2.23					
Parcial NO3/Ntot;	1.320						

Balance Cationes Aniones en la Planta de Cannabis. Fte. Dr. Calderon Labs.

Aquí podemos observar que la relación parcial NO3/Ntotal, tal como se define en el artículo ya mencionado es mayor que 1.00, Esto se da en más del 95 % de los casos del cultivo del Cannabis.

Esta relación de 1.32 en promedio para este caso, significa que una parte muy significativa de los cationes absorbidos por la planta, son intercambiados por Hidrogeniones, acidificando el medio. Esto es una condición especial de las plantas de Cannabis. La gran mayoría de otras especies posee una relación parcial de N-NO3/N Total alrededor de 0.9

Cuando la absorción de Hidrógeno es negativa, encontramos que lo que hay es excreción de hidrogeniones, los cuales acidifican el medio radicular. En este caso se presenta una excreción de hidrógeno de 1.426 meq/kg de materia seca formada.



Valores de la Relación Parcial N-NO3/N Total en Cannabis.; Fte; Dr. Calderón Labs.

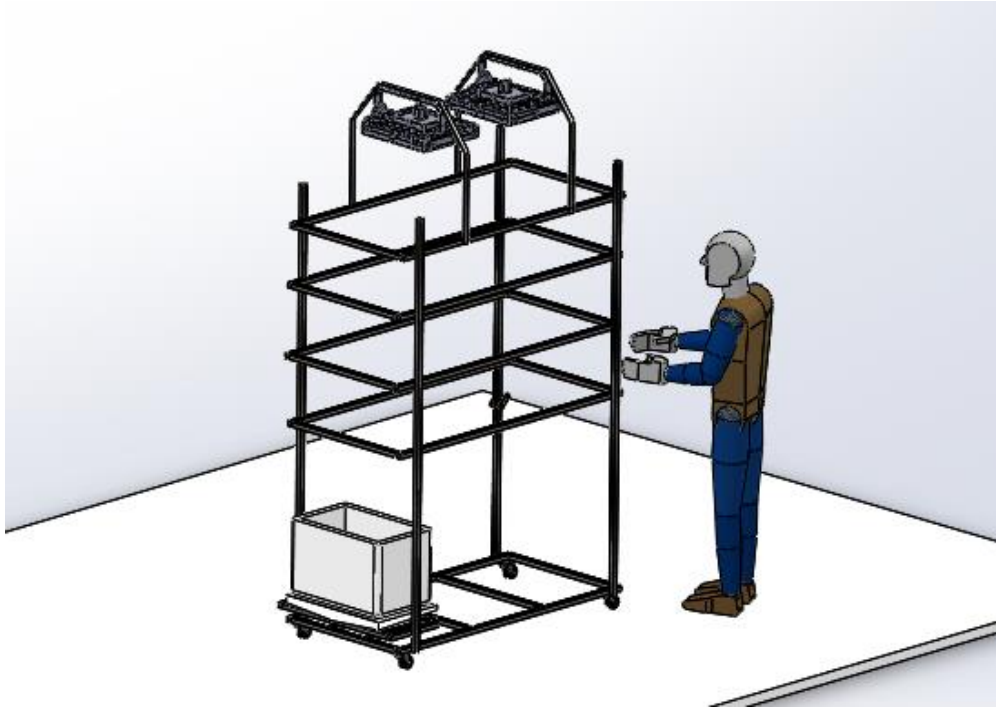
RELACION ENTRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA Y EL TAMAÑO DEL SISTEMA RADICULAR (VOLUMEN DE SUSTRATO)

Todos sabemos que la relación entre la productividad por planta, el tamaño de la planta y el tamaño del contenedor están estrechamente relacionados. Así como el consumo de nutrientes y de agua. Sin embargo, estos aspectos están más relacionados a la unidad de área, que al número de plantas por metro cuadrado. En otras palabras, quiero decir que el consumo de agua y de nutrientes debemos expresarlo siempre como una unidad de peso, por unidad de área y unidad de tiempo. Aunque sabiendo cuantas plantas tengamos allí podamos recalculer por unidad de planta.

Lo anterior depende de un sin número de factores, tales como la irradiación lumínica, la temperatura del lugar, la Humedad relativa del medio ambiente, del viento, el porte de la variedad, las características de la epidermis foliar, el tipo de sustrato, etc., etc.

En los experimentos que hemos realizado, hemos encontrado que el consumo de agua oscila entre 1 y 4 lts/mt2/día para las condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá. En general aconsejamos hacer los cálculos sobre la base de un consumo de agua de 2 lts/mt2/día a una concentración $\frac{3}{4}$ Full.

Los tamaños de contenedores para las plantas también varían entre 3 y 50 lts/planta y más en algunos casos. Nuestros experimentos han sido realizados usando contenedores de 40 lts con tres plantas por contenedor, con un desarrollo en altura en plantas sativas de hasta 2.0 m y un área bruta de cultivo de $1.40 \times 1.50 \text{ m} = 2.10 \text{ m}^2/\text{contenedor}$.



LAS NECESIDADES HIDRICAS Y LA NUTRICION DE LA PLANTA DE CANNABIS – CONCEPTO DE ISOTONIA



Cuando una planta se alimenta de una solución nutritiva cuya concentración inicial es C_i , la planta consume agua y elementos nutritivos. Pasado un tiempo determinado t , la planta ha consumido agua y elementos nutritivos, pueden suceder tres cosas:

Que la planta consuma más agua que sales nutritivas, en cuyo caso las sales se acumulan en el agua residual haciendo que C_f sea mayor que C_i ($C_f > C_i$), en cuyo caso se dice que la solución es Hipertónica.

Que la planta consuma más sales que agua, en cuyo caso la planta empobrece las sales del medio haciendo que C_f sea menor que C_i ($C_f < C_i$); en este caso se dice que la nutrición es hipotónica.

Que la planta consuma igual cantidad de sales que de agua, en cuyo caso la concentración final será igual a la inicial ($C_f = C_i$) en este caso la nutrición es Isotónica.

La solución Isotónica, en la práctica la hemos denominado 1 Full es decir una solución donde los nutrientes se absorben a la par con el agua y permiten la formación de una determinada biomasa sin que sobre ni falte nada y sin que se altere el medio de crecimiento.

La concentración de la solución puede monitorearse midiendo la conductividad eléctrica de la misma. Las sales nutritivas conducen la corriente eléctrica y así a mayor cantidad de sales nutritivas habrá mayor conductividad eléctrica.

Cuando el clima es seco, soleado y con viento la planta pasa más agua que cuando el clima es húmedo y sombrío. En general se esperaría que la biomasa producida por la planta en cualquier condición climática sea similar. Comparando estas dos situaciones, podría decirse que la planta consume igual cantidad de nutrientes en ambos casos, pero diferente cantidad de agua. Así pues, la concentración de la solución deberá estar acorde con las condiciones del clima.

Clima	Húmedo Sombrio Frío	Medio	Seco Luminoso Cálido
Consumo de solución	1-2 Lts/M ² /Dia	2-3 Lts/M ² /Dia	3-4 Lts/M ² /Dia
Rango de concentración	1 Full	3/4 Full	1/2 Full
Conductividad eléctrica	2 Mmhos/cm	1.5 Mmhos/cm	1.0 Mmhos/cm

Niveles de agua y Conductividad Eléctrica recomendados para el cultivo del Cannabis.

En la solución nutritiva anterior no es factible aportar tal cantidad de Calcio, por lo tanto, gran parte de este debe ser aportado al suelo o al sustrato previo a la siembra.

LA ADECUACION DEL SUELO PARA LA SIEMBRA DE CANNABIS

La primera consideración para la adecuación del suelo para la siembra de Cannabis es el encalamiento. De acuerdo con las necesidades de Carbonato de Calcio y Magnesio, dadas en la demanda nutricional de las plantas, con un consumo promedio de 2 lts de agua por metro cuadrado día, necesitaremos 0.8 gr de Dolomita por $\text{m}^2/\text{día}$, lo cual para 120 días de ciclo de cultivo representa 96 gr/m^2 , es decir 960 kg/ha para el ciclo de 120 días. Si consideramos que el suelo explorado tiene una profundidad de 20 cm, esto representa 200 lts de suelo por m^2 , con lo cual la mezcla óptima de cal Dolomita al suelo corresponde a 480 gr/m^3 de suelo por ciclo.

Los demás elementos deberán suministrarse vía fertirriego de acuerdo con la fórmula indicada. Se deberá descontar de dicha fórmula el Calcio y el Magnesio, los cuales ya han sido suministrados vía Cal Dolomítica en la preparación del suelo.

LA ADECUACION DE LOS SUTRATOS PARA LA SIEMBRA DE CANNABIS HIDROPONICO

La adecuación de los sustratos para la siembra de Cannabis obedece en primer lugar a los aspectos del pH y a las necesidades de encalamiento en vista del poder acidificante de las plantas y en segundo lugar a la capacidad de retención de humedad en relación con el tamaño de la planta y de los recipientes de siembra.

Es bien sabido que el rendimiento de una planta en general depende del volumen del contenedor del sistema radicular.

Hoy en día existen muy buenos sustratos tales como la Turba, la cáscara de Coco entre otros. Igualmente se pueden adoptar sustratos a base de cascarilla de arroz, cruda y/o parcialmente quemada, a los cuales se les puede mejorar su capacidad buffer y su retención de humedad mediante la adición de arcilla (desde Caolín de baja capacidad de Intercambio Catiónico hasta Montmorillonita de altísima capacidad de Intercambio).

FERTILIZACION SOLIDA AL SUELO

Los anteriores lineamientos de nutrición para el cultivo del Cannabis, traducidos en fertilización sólida al suelo arrojan los siguientes resultados para camas de 40 mts, brutos, expresados en gramos de elemento por cama por semana:

Area Bruta de Siembra; mt2	40.8						
Numero de Plantas:#	120						
Consumo de Agua; lt/m2/día	2						
Consumo diario; lts	81.6						
Consumo Semanal; lts	571.2						
Grado Full	0.75						
Consumo de Nutrientes: gr/cama/semana		N	P	K	Ca	Mg	S
		67	8	42	126	16	6
Ciclo del cultivo; días	70						
Consumo de Nutrientes en el Ciclo; gr/cama-Ciclo		N	P	K	Ca	Mg	S
		670	80	421	1258	163	62

Consumo de nutrientes en suelo en el cultivo del Cannabis. Fte: El Autor

El aporte de nutrientes al suelo deberá fraccionarse dependiendo de las condiciones del cultivo en períodos que van desde 3 hasta 6 semanas.

Las fuentes para utilizar en el suelo, podrán ser fuentes convencionales tales como Triple 15, Urea, Sulfato de Amonio, Nitrato de Calcio, Superfosfato Triple, Cloruro de Potasio, Cal Dolomita, Sulfato de Magnesio etc, etc. Lo Ideal es realizar un análisis de Suelos previo a la siembra para planificar la Nutrición del Cultivo.

Es importante considerar el aporte de Materia Orgánica, en relación con la aireación, la estructura y la retención de humedad del suelo. Igualmente, esta aporta nutrientes y beneficia la capacidad de Intercambio Catiónico.

En el caso de los abonos orgánicos es importante tener muy presente el análisis, la composición de estos y el riesgo biológico que representan. P. Ejemplo, gallinaza debidamente compostada, Sanitizada y esterilizada de grado Triple 2 (N, P₂O₅, K₂O), podría utilizarse en dosis de 35 kg/cama, lo cual aportaría prácticamente la totalidad de las necesidades nutricionales antes expuestas.

El aporte de estos elementos al igual que el aporte de agua debe obedecer además a las condiciones del suelo, aumentando aquellos que presenten mayor déficit y disminuyendo los que se vayan acumulando en el suelo. Para ello se deberán usar básicamente los controles de Humedad del suelo o sustrato, Conductividad Eléctrica del Drenaje. En caso del suelo se podrá instalar un lisímetro para el control del drenaje y/o medir estos parámetros en el extracto de saturación mediante el uso de sondas de succión.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Epstein E and Bloom AJ (2005) Mineral Nutrition of Plants, Principles and Perspectives, 2nd edn. Sunderland, MA: Sinauer.

Marschner H (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd Ed.; New York, NY: Academic Press.

Hoagland, D.R. and Arnon, D.I. (1950) The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil. California Agricultural Experiment Station, Circular-347.

----- Fin.