

---

## EL ANALISIS DEL EXTRACTO CELULAR DE LA PLANTA DE BANANO COMO HERRAMIENTA PARA IDENTIFICAR POTENCIALES PROBLEMAS DE PRODUCCIÓN

---

*\*Padilla W.A y Angel S. Saritama*  
[agrobiolab@clinica-agricola.com](mailto:agrobiolab@clinica-agricola.com)  
y [bioagrotecsa@hotmail.com](mailto:bioagrotecsa@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN.

El potencial osmótico, el balance iónico y las relaciones nutricionales del suelo como medio de cultivo, son determinantes en el crecimiento y distribución de nutrientes en las plantas. (Molinos da Silva, 2004). En estudios anteriores sobre este tema, escritos por el autor del presente trabajo, se obtuvieron datos bastante interesantes como para considerar que a través de un análisis de, extracto celular de la planta (ECP) se podía determinar, en plantas de banano que presentaban condiciones aparentemente normales y otras bajo un estrés causado por problemas de diversa índole como por ejemplo el de exceso natural de sales en el suelo u ocasionado por la mala calidad de agua de irrigación, las causas de la disminución o aumento en producción y calidad de la fruta.

Con la finalidad de acentuar el concepto y acrecentar la información para poder dotar de una nueva alternativa de diagnóstico para complementar la generación de recomendaciones de fertilización en el cultivo de banano, en el presente trabajo, se trata de dar a conocer mediante una tabla de calificación, los parámetros óptimos que debe poseer una planta para estar saludable y presentar un alto potencial de producción, obteniéndose fruta de alta calidad y con el menor consumo de agroquímicos para el control de las enfermedades más comunes en este cultivo. Para cumplir con el objetivo principal que es el de que a través de un análisis de extracto celular de pecíolo, se puede inferir la condición fenotípica de la planta y su potencial de producción de fruta con su respectiva calidad interna y externa, se procedió a tomar datos de un estudio realizado en una finca bananera ubicada en la parroquia San Juan del cantón Pueblo Viejo de la provincia de Los Ríos, trabajando bajo el concepto de agricultura de precisión.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En base a una muestra de 160 análisis de ECP realizados en diferentes plantaciones del área bananera ecuatoriana y respaldos por los respectivos análisis de suelos, se pudo realizar un estudio minucioso del comportamiento de las plantas y su rendimiento y calidad de fruta, en función de los contenidos de los diferentes elementos nutritivos y el peso y volumen de líquido extraído de una muestra de 7 pecíolos por lote de no más de 10 hectáreas, tomados de la hoja tres, en el momento que se inicia el período de parición del racimo, tiempo en el cual se inicia con fuerza la traslocación de las sustancias elaboradas en las hojas a través del proceso fotosintético, hacia la flor que luego se transformará en el racimo frutal, que constituye la parte más importante de la producción.

Las muestras de pecíolos fueron trasladadas al laboratorio Agrobiolab Cia. Ltda., en un contenedor que mantiene una temperatura menor a 14 grados centígrados. En el laboratorio la muestra compuesta de 7 pecíolos es uniformizada al tamaño de 15 cm de largo, luego pesada y extraída el fluido celular mediante el uso de un extractor de acero inoxidable para sacar el líquido hacia un recipiente de vidrio de color ámbar, para luego registrar el volumen extraído y en ese mismo instante se procede a determinar el pH y la conductividad eléctrica para evitar cualquier cambio de estos parámetros con el transcurrir del tiempo.

De cada uno de los sitios donde se realiza el estudio de ECP, se procedió a tomar la respectiva muestra de suelo a 30 cm de profundidad para realizar un análisis químico completo en una solución de suelo extraída con el método de Olsen modificado (Bicarbonato de sodio + EDTA).

En esta solución, al igual que en el extracto celular, a más de determinar los diferentes nutrientes, se realizó el análisis de parámetros como pH y conductividad eléctrica (CE), los cuales tienen una gran influencia sobre la nutrición del cultivo y sobre el proceso importante que es la ósmosis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan los resultados de análisis químico de suelos de lotes que se tomaron como testimonios de los resultados obtenidos hasta la fecha con el uso de esta nueva técnica de diagnóstico, en los que a su vez se muestrearon las plantas para análisis de ECP; en ellos se puede apreciar que la variación en el pH, es bastante considerable entre ellos, notándose una tendencia hacia la acidez en los suelos en los que las plantas presentan una menor condición, tanto de salud como de rendimiento visual, esta acidez tiene una influencia bastante grande en la disponibilidad de nutrientes, de manera especial de las bases potasio, calcio y magnesio, como se verá posteriormente.

El grado de fertilidad de los suelos que bien puede ser inferido a través de parámetros importantes como la conductividad eléctrica (CE) y la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), se presentan bajos, en el caso de la CE, cuando las plantas presentan mejores condiciones fenotípicas y de producción, consideradas como plantas buenas, mientras que las plantas que presentan condiciones bastante deterioradas, plantas medianas y malas, presentan valores más altos, explicándose esta situación por la mejor capacidad de asimilación de los nutrientes que tienen las plantas de buena apariencia, es decir estas plantas están nutriéndose mejor que las otras.

Esta situación hace ver que debido a la falta de asimilación de los nutrientes por parte de las plantas de menor condición, posiblemente por el pH ácido y la insuficiencia en el desarrollo radicular debido a su alta acidez en el suelo, presentan contenidos más altos en la mayoría de elementos, situación que significa que están acumuladas en el suelo las sales fertilizantes sin ser removidas por las plantas, lo cual ocasiona un incremento en la conductividad eléctrica del suelo con la consecuente disminución del potencial osmótico de la solución del suelo, lo cual provoca la presencia de las marcadas deficiencias nutricionales a nivel de las plantas en función del volumen de líquido extraído. La composición mineral de la solución como medio de cultivo, resulta ser fundamental, ya que tiene un efecto decisivo en el potencial osmótico y el pH del medio, así como en la nutrición de las plantas (Morard y Henry, 1998).

**Tabla 1. Análisis químico de suelos en los lotes escogidos para el estudio, según la condición fenotípica de las plantas: Buenas, Medianas y Malas.**

Lotes	pH	CE	MO	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg
		<i>dS/m</i>	<i>g/kg</i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></i>	<i>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></i>	<i>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></i>
<b>Plantas Buenas</b>	6.0 LAc	0.54 B	3.24 S	4.80 B	13.6 M	0.74 M	12.01 A	4.21 S
<b>Plantas Medianas</b>	5.0 Ac	1.58 S	2.59 M	22.6 B	35.0 E	1.07 S	8.10 S	3.70 S
<b>Plantas Malas</b>	5.3 Ac	1.37 S	2.67 M	17.7 B	18.0 A	0.62 M	9.54 S	3.62 S

Tabla 1. Continuación

<b>Lotes</b>	<b>Na</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>S</b>	<b>CICE</b>	<b>Al+H</b>
	<i>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></i>	<i>cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup></i>
<b>Plantas Buenas</b>	0.09 B	6.4 E	113 E	3.9 B	2.7 B	0.21 B	25.0 S	17.05 M	
<b>Plantas Medianas</b>	0.14 B	6.4 E	293 E	26.6 E	4.2 M	1.16 M	19.0 M	13.49 M	0.48M
<b>Plantas Malas</b>	0.16 B	9.0 E	282 E	15.5 S	3.6 M	0.93 B	17.9 M	14.36 M	0.41M

Agrobiolab, 2008

El contenido de materia orgánica en el suelo en niveles de suficiencia en el primer lote y de medio en los otros, permite suponer que esta es la fuente principal de cargas negativas que conforma la capacidad de intercambio catiónico la que permite mantener un alto tenor de las bases que conforma esta matriz. El buen contenido de esta materia orgánica que es también generadora de nitrógeno está dotando de este elemento a las plantas, aunque no en las cantidades exigidas por el cultivo, debido al ritmo o tasa lenta de entrega desde la matriz, por lo que se hace deficitario a nivel foliar en todas las instancias, como se puede apreciar a nivel foliar Tabla 3 y de ECP Tabla 2. (Padilla W. 2005).

**Tabla 2. Resultados de análisis de extracto celular de pecíolos de los lotes escogidos para el estudio, según la condición fenotípica de las plantas: Buenas, Medianas y Malas**

	<b>pH</b>	<b>NH<sub>4</sub></b>	<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>PO<sub>4</sub></b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>B</b>
<b>Estado Fenotípico</b>		<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>
<i>Plantas Buenas</i>	6.0	14.5	115	385	0.74	0.23	45	9.25	0.48
<i>Plantas Medianas</i>	5.5	29.0	130	281	0.67	0.21	41.25	8.50	0.97
<i>Plantas Malas</i>	5.1	33.8	115	347	0.78	0.32	46.25	10.25	0.80

  

<b>Plantas</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>	<b>CE</b>	<b>S</b>	<b>Peso</b>	<b>Volumen.</b>	<b>Pecíolos</b>
<b>Estado Fenotípico</b>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>dS/ms</i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>gramos</i>	<i>ml</i>	<i>Nº</i>
<i>Plantas Buenas</i>	3662	1.5	175	1.2	10.35	206.4	849.9	215	7
<i>Plantas Medianas</i>	3450	1.8	212	1.4	9.18	204.8	774.8	235	7
<i>Plantas Malas</i>	3612	1.7	202	1.5	9.66	220.6	618.9	185	7

Agrobiolab, 2008

Con respecto al segundo elemento macro, que corresponde al fósforo, existe una variabilidad en el suelo, teniéndose valores que van desde medio hasta de exceso, notándose claramente la dificultad por parte de las plantas de asimilar este elemento a medida que el pH del suelo se hace más ácido. Los resultados tanto de análisis foliar Tabla 3 como del extracto celular Tabla 2, demuestran la deficiencia de este elemento tanto a nivel del fluido como de los tejidos de las plantas medianas y malas, teniéndose que para las plantas buenas su contenido es mayor, pero aún no suficiente ya que se esperan valores de hasta 1400 ppm a nivel del torrente circulatorio, en plantas que generan altos rendimientos. (Padilla, 2008)

El tercer elemento en importancia que es el potasio, presenta valores medios en el lote de las plantas buenas y de suficientes y medios en el de las plantas medianas y malas, respectivamente, situación que ratifica que las plantas que están absorbiendo bien los elementos desde el suelo, declinan las concentraciones de los mismos en la matriz, lo cual se ve claramente reflejado, tanto en el análisis foliar Tabla 3 y en el de ECP Tabla 2, donde se ve que las plantas buenas presentan las concentraciones más altas de K en el fluido, llegando a  $3662 \text{ mg/dm}^3$ , mientras que las plantas medianas y malas presentan valores inferiores que van de 3450 a  $3612 \text{ mg/dm}^3$ . En estudios anteriores se ha podido observar que cuando las concentraciones de potasio sobrepasan las  $7500 \text{ mg/dm}^3$  en el fluido de la planta, los rendimientos esperados son siempre altos y con buena calidad Tabla 4. (Padilla, 2008). Cabe indicar que en trabajos realizados a nivel de laboratorio en el cultivo de vid, se ha encontrado que cuando la cantidad de potasio en el medio sobrepasa los valores adecuados, es decir los que rompen el balance con las otras bases, resulta en una menor brotación de las plantas. (Do y Cormier, 1991).

**Tabla 3. Análisis foliar de los tres lotes escogidos para el estudio, según la condición fenotípica de las plantas: Buenas, Medianas y Malas.**

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>
<b>Estado Fenotípico</b>	%	%	%	%	%	$\text{mg/dm}^3$	$\text{mg/dm}^3$	$\text{mg/dm}^3$	$\text{mg/dm}^3$
<i>Plantas Buenas</i>	2.21 B	0.21 S	3.04 S	0.48 E	0.28 M	16.2 M	11.6 E	100.1 E	312.5 M
<i>Plantas Medianas</i>	2.45 B	0.16 M	2.69 M	0.53 M	0.24 M	13.4 B	10.5 E	96.7 A	238.0 M
<i>Plantas Malas</i>	2.49 B	0.17 M	2.79 M	0.46 M	0.21 B	13.8 B	11.5 E	96.2 A	256.0 M
	<b>B</b>	<b>N/P</b>	<b>Fe/Mn</b>	<b>Ca/Mg</b>	<b>Mg/K</b>	<b>N/K+Ca+Mg</b>	<b>SO4</b>		
<b>Estado Fenotípico</b>	$\text{mg/dm}^3$						%		
<i>Plantas Buenas</i>	62.45 E	10.52 M	0.32 A	1.71 M	0.09 S	0.58 M	0.11 B		
<i>Plantas Medianas</i>	60.83 E	15.31E	0.40 A	2.20 M	0.08 S	0.70 A	0.12 B		
<i>Plantas Malas</i>	54.67 E	14.64 A	0.37 A	2.19 M	0.07 M	0.72 A	0.14 M		

Agrobiolab, 2008

Al considerar los otros cationes de importancia que son el calcio y el magnesio, se puede apreciar que al nivel del suelo los dos están en suficiencia, pero cuando se observan los resultados de análisis de ECP y foliares las condiciones son variables, notándose que para el caso del calcio por ser el elemento que conforma la estructura de los tejidos de la planta, a nivel del extracto celular sus contenidos son bastante bajos, pero a nivel foliar su contenido es aceptable cuando se lo considera en función del porcentaje de materia seca producido. La demanda nutricional y el contenido de Ca<sup>++</sup> de las plantas son controlados genéticamente, además de estar afectadas por el suplemento de este nutriente. (Kirkby y Pibeam, 1984). (Clarkson. 1984 y Murschner 2002) indican que los desórdenes ocasionados por deficiencia de calcio son causados principalmente por la limitada capacidad de las plantas de regular la distribución interna de este elemento a los órganos de demanda, dado que el movimiento de calcio es principalmente acropétalo, vía xilema, y puede estar correlacionado con la cantidad de agua que se mueve en los tejidos.( Choi y Lee, 2001). Para el caso del magnesio en todas las instancias los valores son bajos al nivel del ECP, ya que se ha llegado a conseguir valores de hasta 629 mg/dm<sup>3</sup> en plantas de buena producción que presentan más de 10 hojas al momento de la cosecha Tabla 4,(Padilla, 2008) es necesario mencionar que una mayor concentración de magnesio en el torrente circulatorio ayuda en el proceso fotosintético, debido a que el Mg es el núcleo de clorofila.

Dentro de los micro elementos se considera al boro como uno de mayor importancia en este cultivo de banano porque interviene en la calidad de la fruta, y de él se puede decir que por ser un elemento de muy poca movilidad su concentración es mayor a nivel de los tejidos que en el torrente circulatorio lo que se evidencia en los resultados encontrados.

Si se observan los valores de concentración de boro en el análisis foliar Tabla 3, se puede ver que este elemento presenta valores de exceso en todas las condiciones, no así a nivel del extracto celular donde el boro está siendo mejor aprovechado por las plantas buenas comparadas con las otras ya que coloca este elemento en nuevos tejidos al producir nuevas hojas y principalmente el racimo, situación que hace ver la valía de tener a la mano un tipo de diagnóstico que mira la parte interna de la planta cuando está en plena producción de los frutos, para realizar o no los correctivos necesarios para poder alcanzar más altos rendimientos con mayor calidad, que es lo que más interesa en todo el proceso.

Tabla 4. Valores de interpretación de análisis de ECP, en el cultivo de Banano, en Ecuador

		mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	dS/m	mg/dm <sup>3</sup>	gramos	ml
	pH	NH4	NO3	PO4	Zn	Cu	Fe	Mn	B	K	Ca	Mg	Na	CE	S	Peso	Vol.
m	4.8	0.1	49	4	0.1	0.1	0.4	0.7	0.1	1850	0.1	8.5	1	5.3	116	97	36
M	5.2	8.5	89	331	0.77	0.2	1.7	2.6	0.7	4438	3.6	194	2.7	10	254	561	195
Má	5.5	52	300	1220	1.4	1.4	44	12	6.9	7720	23	629	6	14	465	1014	330

\* m = mínimo, M = Medio y Ma = Máximo

Agrobiolab, 2006

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE ECP

Para valorar de mejor manera los resultados de un análisis de ECP se deben hacer algunas consideraciones como la que si se tiene una planta de banano adulta con una altura promedio de 4 metros, significa que se requiere de una gradiente de 40 KPa para subir el agua desde el suelo hasta el tope de la planta.(Padilla W. 2004).

Si esta gradiente de 40 KPa se la convierte en concentración de sales en solución, se tendría que es equivalente a una concentración de  $300 \text{ mg/dm}^3$  y que esta serviría para mover el agua, desde el suelo hacia la parte más alta de la planta de banano, en el supuesto de que el agua contenida en el suelo sea completamente pura. (Padilla W. 2004).

Como esto no sucede en la naturaleza, en el suelo donde se encuentran las sales naturales y las añadidas en forma de fertilizantes la conductividad eléctrica tiene variaciones y para el caso del presente estudio se encontraron conductividades de 0.54, 1.58 y 1.37 dS/m para los suelos con plantas buenas, medianas y malas, respectivamente y al obtener la concentración de sales de cada muestra mediante la suma de aniones y cationes, se tiene que los valores oscilan entre 0.089, 0.071 y 0.073 mol/L, en su orden.

Estos valores ponen a pensar que la gradiente que tienen en contra las plantas de condición buena es de -19.2 KPa, las de condición mediana -57.6 KPa y las de condición mala -49.5 KPa, esto explica claramente el por qué las plantas buenas tienen una más fácil asimilación de agua y de nutrientes que las otras dos condiciones en las cuales las fuerzas negativas son mayores haciendo más lento el ascenso del agua hacia los órganos de las plantas y con ella de los nutrientes.

Entonces, para que la planta pueda absorber el agua con facilidad, se hace necesario que ella tenga en su torrente circulatorio valores de concentración de sales superiores a los encontrados para el suelo (Padilla W. 2004<sup>a</sup>). Estos datos se consiguen al realizar el análisis del extracto celular de las plantas de banano y llevándolas a términos de mol/L y es así que se obtuvieron valores de concentración salina de 0.109 mol/L para las plantas buenas, 0.105 mol/L para las plantas medianas y de 0.101 mol/L para las plantas malas.

Si a estos valores se los convierte en potencial osmótico mediante el uso de la ecuación de Van't Hoff ( $PO = -cRT$ ) (Buchanan, et al. 2000), se obtienen datos de -51, -84, y -89 KPa, para las plantas buenas, medianas y malas, respectivamente, significando con esto que un mejor proceso osmótico que facilita la absorción de agua y nutrientes, lo realizan las plantas consideradas en este estudio como buenas, por tener un mayor potencial osmótico, seguidas por las medianas y luego las plantas malas, estas últimas limitadas en su nutrición, como se advierte en los datos de ECP de la tabla 2 y de análisis foliar de la tabla 3. (Molinos da Silva, et al. 2004), en un trabajo realizado en medio de cultivo, para encontrar la distribución de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{K}^+$ , producción de biomasa y necrosis apical en explantes de vid "R110", encontraron que el mayor potencial osmótico del medio de cultivo (-0.106 MPa) favoreció la traslocación de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{K}^+$  de los tallos hacia las hojas, mientras que, el potencial más negativo (-0.157 MPa) menor potencial osmótico, permitió que los mayores contenidos se acumularan en los tallos. El mayor peso de biomasa seca (57 mg) y los menores porcentajes de explantes con síntomas de deficiencia de Ca (20%) se obtuvieron con el potencial osmótico de -0.106 MPa, mayor potencial osmótico, y con concentraciones de  $\text{Ca}^{++}$  en el medio de cultivo de 1.5 mM.

Para el caso del presente estudio se pudo obtener valores de peso de la muestra de 7 pecíolos por lote, que correspondieron a los valores de 791, 775 y 619 gramos para las plantas buenas, medianas y malas, respectivamente, notándose que las plantas que presentaron un mejor peso fueron las que presentaron el mayor potencial osmótico a nivel del suelo y un menor potencial osmótico a nivel del fluido de la planta, es decir las que con mayor facilidad absorbieron el agua y los nutrientes desde la solución del suelo. Esto se reflejó a nivel de rendimiento ya que las plantas con un menor potencial osmótico en el fluido de la planta, alcanzaron un ratio de 1.9 con 10 a 11 manos por racimo, las plantas con mediano valor alcanzaron un ratio de 1.65 y con 9 manos por racimo y finalmente las plantas con un mayor potencial osmótico, plantas malas, tuvieron un ratio de 1.5 con 7 manos por racimo.

En todo caso se hace necesario tomar en consideración el grado de turgidez de las células el momento del muestreo, lo cual se lo expresa como volumen de líquido extraído del pecíolo de la hoja 3, considerando valores adecuados de concentración salina, aquellos que sobrepasen los 0.13 mol/L entre aniones y cationes y con un volumen de líquido extraído, a lo que se lo denomina grado de hidratación, de la muestra de 7 pecíolos, que sea mayor o igual a 330 ml (Padilla W. 2005) que si se compara este valor con los obtenidos en las muestras estudiadas (251, 235 y 185 ml) el grado de hidratación es aún deficitario. Es necesario considerar que la mayor parte del agua en la célula se encuentra en el citoplasma y en las vacuolas, con una fracción bastante reducida en la pared celular. (Kramer, 1969).

## **CONCLUSIONES.**

Con lo obtenido hasta el momento y en espera de obtener los resultados finales, bien se puede sacar algunas conclusiones valiosas del presente estudio.

- El análisis de extracto celular de la planta complementado con una buena interpretación de los mismos, tomando en consideración las condiciones del suelo y de la planta en el campo, demuestra ser una muy buena herramienta de apoyo para la generación de una fertilización o ajuste de la misma durante el crecimiento de la planta.
- Los parámetros físicos de peso y de volumen extraído de la muestra de pecíolos son de mucha importancia para la interpretación de los resultados.
- Los datos de conductividad eléctrica y concentración salina en mol/L, tanto del suelo como de la planta son importantes para poder determinar el potencial osmótico existente y saber si la planta está o no absorbiendo agua y nutrientes.
- El uso de fuentes fertilizantes que no provoquen el incremento de la conductividad eléctrica del suelo, es importante tomarlo en cuenta para asegurar una buena absorción de agua por parte de la planta, ya que evita el decrecimiento del potencial osmótico de la solución del suelo.
- En el caso del grado de dilución es fácilmente darse cuenta que cuando la cantidad de líquido extraído del material, es bajo (menos de 50 ml), las concentraciones de ciertos elementos se incrementa, caso del potasio, y a medida que el volumen aumenta la concentración de los mismos disminuye, efecto debido a la disolución del soluto en el solvente. Lo que es importante resaltar es que cuando la planta presenta un buen grado de turgencia, con una adecuada concentración de sales, se obtiene una mejoría en la producción y en la calidad del producto final.
- Por otra parte, pero siempre tomando en cuenta el grado de turgencia de las células, cuando el pH tiende a la acidez, se nota que la concentración de las bases, potasio,

calcio, magnesio y sodio se reduce, esto es un indicativo de que los contenidos de las bases son insuficientes y éstas deben ser incrementadas en la fertilización, para lograr el incremento del pH de la solución interna de la planta.

- Si se conoce que la conductividad eléctrica en el suelo se va incrementando progresivamente y rebasa el valor considerado como adecuado para el cultivo de banano (1.0 a 1.5 dS/m), se hace necesario reducir la fertilización o usar fuentes fertilizantes de un menor grado salino, para así contrarrestar los efectos negativos que traen consigo las altas concentraciones de sales en el sustrato.
- Por otra parte si se tienen condiciones de alta salinidad en el sustrato, las mismas que pueden ser de orden natural o creada por el mal manejo de la fertilización, se debe tomar como alternativa el dotar a la planta del grado salino necesario, a nivel de su líquido intra e inter celular, mediante la dotación vía foliar de sales fertilizantes, que actúan como hidratantes, a manera de un suero fisiológico en los seres humanos.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Buchanman B, W. Gruijssem, R. Jones Eds. 2000. Biochemistry & Molecular Biology of plants, American Association of plant fisiologists. pp 92-94, 730-738.
- Cadahia C. 1998. Fertirrigación en cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. pp.443.
- Choi K.Y, Lee YB. 2001 Effecto of salinity of nutrient solution on growth, trnslocation and accumulation of Cabutherhead lettuce. Acta Horticult. 548: 575-580.
- Clarkson DT. 1984. Calcium transport between tissues and its distribution in the plant. Plant Cell Environ. 7: 449-456.
- Do CB, Cormier F. 1991. Effects of high ammonium concentrations on growth and anthocyanin formation in grape cell suspensio cultured I a productio medium. Plant cell. Tiss. Org. Cult. 27. 169-174.
- Kramer P. 1969. Plant & Soil Water Relationships A Modern Synthesis. McGraw Hill Book Company. New York. pp. 37-43.
- Molinos da Silva C. et. al. 2004. Efecto del potencial osmotico y contenido de Ca en el medio de cultivo sobre la distribucion de ca y K, produccion de biomasa y necrosis apical de vid "R110". Iverciencia Vol. 29 # 7. pp. 384 a 388.
- Morard P, Henry M. 1998. Ptimization of the mineral composition of in vitro culture media. J Plant Nutr. 21: 1565-1576.
- Padilla W. 2004. El análisis del extracto celular de pecíolos (ECP), como diagnóstico Nutricional del cultivo de rosa. Revista Flormarket FM-23, Barcelona. España. pp. 42-49
- Padilla W. 2004a. Fertirrigación en fruticultura como técnica para obtención de mayores rendimientos. Revista ITEM de la Asociación Brasileira de Irrigación y Drenaje. No 64. MG, Brasil. pp. 46-48.
- Padilla W. 2005. Fertirrigación en la fruticultura y diagnóstico del estado nutricional con base en el extracto celular. Revista ITEM de la Asociación Brasileira de Irrigación y Drenaje. No 68. MG, Brasil. pp. 20-22.
- Padilla W. 2008. Interpretación de los analisis de extracto celular en el cultivo de banano. Fertilización de suelos y Nutricion Vegetal 5ta. Ed. Libro virtual. pp. 181-187.