

**Subsecretaría de Educación Superior
Dirección General de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de la Zona Maya**

**“CORRELACIÓN Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO ELECTRÓNICO
PARA DETECTAR CALCIO”.**

**Informe Técnico de Residencia Profesional que
presenta la C.**

Minerva de los Ángeles Cab Pacheco

N° de Control

10870032

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno: M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal



ITZM

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional de la estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, Minerva de los Ángeles Cab Pacheco; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno M en C. **Víctor Eduardo Casanova Villarreal**, el asesor externo el Ing. **NAHÚM SANTOS CHACÓN**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado “CORRELACIÓN Y CALIBRACIÓN DE EQUIPO ELECTRÓNICO PARA DETECTAR CALCIO” que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno



M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal

Asesor Externo



Ing. Nahúm Santos Chacón.

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2014.

Índice

I.- Introducción.....	1
II.- Justificación.....	3
III.- Objetivos	5
3.1.- Objetivo general	5
3.2.- Objetivo específico	5
IV.- Caracterización del área donde participo.....	6
4.1.- Macro localización.....	6
4.2.- Micro localización	8
V.- Problemas a resolver	10
VI.-Alcances y Limitaciones.....	11
6.1.-Alcances	11
6.2.- Limitaciones	12
VII. Fundamento teórico	13
7.1 Importancia de la calidad del agua de riego.....	13
7.2.- Parámetros de calidad del agua.....	15
7.3.- Importancia de Ca en el agua de riego	17
7.4.- Niveles aceptables de Ca en el agua de riego	18
7.5.- Métodos de determinación de Ca en el agua de riego.....	19
VIII.- Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	22
8.1.- Identificación de puntos de muestreo.....	22

8.2.- Descripción de las actividades realizadas en el laboratorio	22
8.3.-Determinacion de Ca +Mg por titulación con EDTA.....	24
8.4.- Determinacion de Ca por titulación	26
IX.-Resultados y discusiones	27
X.-Conclusiones y recomendaciones	30
XI.- Bibliografía.....	31
XII.- Anexos.....	32

I.- Introducción

El agua es un factor clave en todas las actividades realizadas por el hombre, entre ellas la agricultura. En la medida que la sociedad demande cada vez mayores cantidades de agua de buena calidad, la utilización del agua subterránea será de gran importancia para satisfacer esta demanda y para responder a las necesidades del desarrollo municipal, industrial y agrícola. (Castellanos, *et.*, al 2004).

Una medida para satisfacer la demanda para riego en la agricultura es la extracción de agua subterránea mediante pozos profundos. Importancia de suministrar el agua al suelo en cantidad y calidad adecuada a fin de reponer la requerida para el desarrollo y producción de los cultivos (Hernández, *et.*, al 2011).

El calcio y magnesio forman parte de los llamados nutrimentos secundarios, sin embargo, son tan esenciales como los macro nutrimentos, solo que se les designa de esta manera debido a que son consumidos en menor porción que los primeros(Castellanos, *et.*, al 2000).

En los municipios del Estado de Quintana Roo, los invernaderos no obtienen buenos rendimientos como se espera ya que en muchos casos no se realizan estudios químicos del agua para determinar los nutrientes que aporta en el agua de Riego.

Por otro lado, el agua también trae consigo nutrimentos como calcio, azufre, potasio, magnesio, además de elementos tóxicos como el sodio y cloro y estas cantidades deben ser consideradas al momento de calcular las dosis de fertilización y criterios de manejo del suelo. (Castellanos *et. al* 2000)

Por esta razón es importante realizar estos estudios de análisis de agua para determinar los nutrientes que contiene el agua que se vaya a utilizar para poder realizar después un sistema de riego.

II.- Justificación.

Son muy pocos los productores que toman en cuenta la calidad del agua que será destinada al riego de sus cultivos, hasta cierto punto no se tiene conocimiento de la relación que existe entre calidad del agua y la nutrición vegetal; pues tiene gran influencia en la fertilización y por consiguiente en la producción que se ha de obtener (Hernández, *et. al* 2011).

Todas las aguas para el riego contienen sales solubles siendo las principales los cationes de calcio, magnesio y sodio y los aniones, cloruro y sulfato. El catión potasio y los aniones bicarbonato, carbonato y nitrato están en el agua en muy pequeñas cantidades. Hay una gran variación en la cantidad de sales solubles en el agua de riego, fluctuando de agua pura que contiene menos de 100 ppm de sales solubles a aguas que contengan más de 3000 ppm de sales solubles en total. Casi todas las aguas para irrigación que han sido usadas con éxito contienen menos de 1500 ppm del total de sales disueltas. Aguas con concentraciones más altas son usadas ocasionalmente para la producción de los cultivos, excepto bajo condiciones poco usuales, no son satisfactorias (citado por Blair 1957).

señalan que este término se utiliza para indicar la conveniencia o limitación del empleo del agua, con fines de riego de cultivos agrícolas, para cuya determinación generalmente se toman como base las características químicas.(Comision trinacional del plan trinio 1982).

El calcio es absorbido por las plantas en forma de Ca^{++} y es un nutriente esencial en la formación de compuestos que forman parte de la estructura de la pared celular como pectato de calcio el cual une las paredes primarias de las células adyacentes. Es fundamental para mantener la integridad de la membrana la cual afecta la permeabilidad y la integridad de la misma y, por ende la absorción nutricional, promoviendo o limitando el flujo de nutrimentos hacia el interior de la raíz. Forman parte de las enzimas de alfa-amilasa y eventualmente interfieren la capacidad de magnesio para activar las enzimas (Castellanos *et. al* 2000).

Este trabajo fue realizado en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya para la residencia Profesional, el cual proporcionará experiencia y conocimiento para un buen desarrollo profesional. Esta experiencia beneficiará al instituto en análisis de agua con equipo electrónico para determinar el calcio en agua, será una información accesible de consulta para las generaciones futuras, lo cual ayudará a reforzar los conocimientos mediante la realización de prácticas.

III. OBJETIVOS

3.1.- Objetivo general.

Obtener el coeficiente de correlación de los datos obtenidos en el campo con el equipo electrónico vs en análisis en laboratorio.

Obtener un modelo que estime el contenido de calcio en agua, utilizando equipo electrónico.

3.2.- Objetivo específico.

Analizar el contenido de calcio en pozos de la Rivera del rio hondo y de pozos utilizados en invernaderos en la zona maya.

IV.- Caracterización del área donde participo.

4.1.- Macro localización

El presente proyecto se llevo a cabo en las instalaciones de Instituto Tecnológico de la Zona Maya ubicado en el Km 21.5 de la carretera Chetumal-Escarcega en el Ejido de Juan sarabia municipio de Othon P. Blanco, Q.Roo.

Se realizo en el laboratorio de suelo, agua y planta del plantel.

Etapa de muestreo

Sitios Othón P. Blanco conocida como la zona cañera de la Rivera del rio hondo y en comunidades de municipios que cultivan en invernadero del Estado de Quintana Roo como son: Bacalar, Felipe Carrillo puerto, José María Morelos, Tulum y Lazaro Cardenas.

Cuadro 1. Sitios de muestras de aguas.

Municipio	Nombre de la muestra.	No. De muestra
Bacalar	Laguna de bacalar	1
Othón P. Blanco	ITZM	2
Othón P. Blanco	Micro túnel ITZM	3
Bacalar	Pedro A. santos	4
Othón P. Blanco	Laguna milagros	5
Bacalar	Laguna Miguel Hidalgo	6
Morelos	Invernadero Dziuche	7
Morelos	Invernadero la presumida	8
Bacalar	Caan- lumil	9
Othón P. Blanco	Pozo nueva creación	10
Othón P. Blanco	Rio Sarabia	11
Othón P. Blanco	Rio carretera Chetumal	12
Othón P. Blanco	Pozo don Ricardo	13
Othón P. Blanco	Campos del recuerdo	14
Othón P. Blanco	El chorro	15
Othón P. Blanco	Pedro Joaquín	16
Othón P. Blanco	Rovirosa	17
Othón P. Blanco	Santa cruz	18
Othón P. Blanco	Botes	19
Othón P. Blanco	Cocoyol	20
Othón P. Blanco	Km 39 Cacao	21
Felipe Carrillo pto.	Tixcacal guardia	22
Tulum	Hodzonot	23
Felipe Carrillo pto.	x-hazil sur	24
Felipe Carrillo pto.	Chunhuas	25
Lázaro cárdenas	Cristóbal colon	26

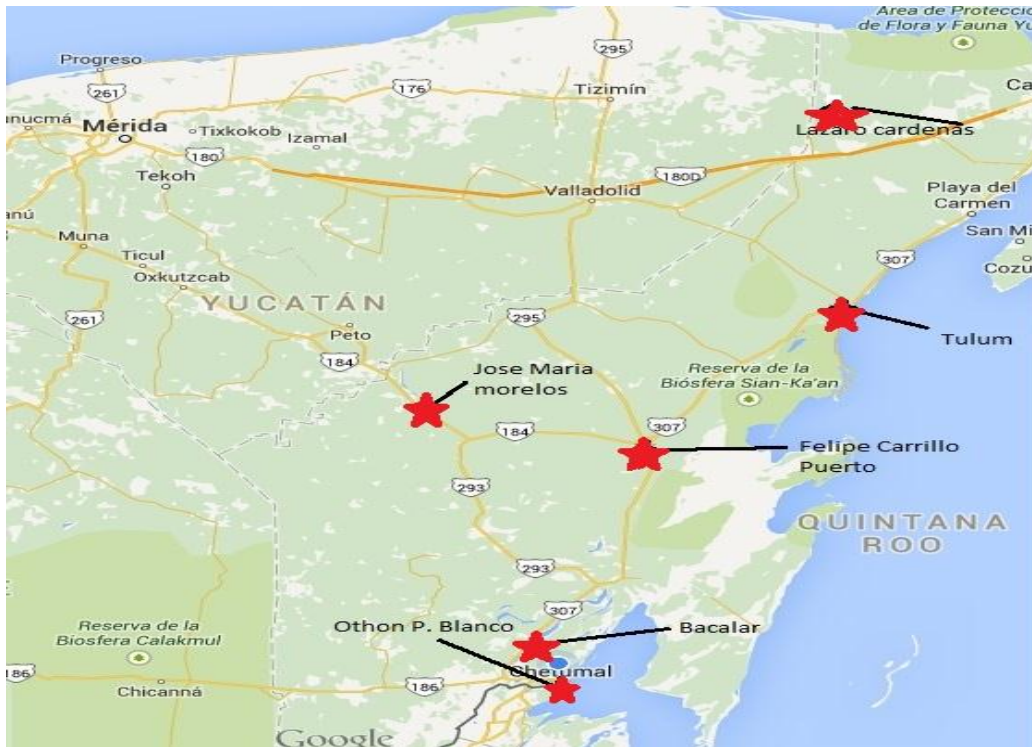


Figura no 1. Mapa de municipios mostrados

4.2.- Microlocalización

El clima que prevalece en esta zona es cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y cálido subhúmedo con lluvias en invierno. La temperatura media anual se encuentra entre los 24.7 y los 26.7 °C. Se registra temperaturas de 24 y 27.8 °C. La precipitación promedio fluctúa entre 1,246.8 y 1,416 milímetros. Se han registrado precipitaciones extremas de 595.5 milímetros, en el año más seco, y 2,664.5, en el más lluvioso (INEGI 2012). Figura 1. Mapa de la macro localización del proyecto.

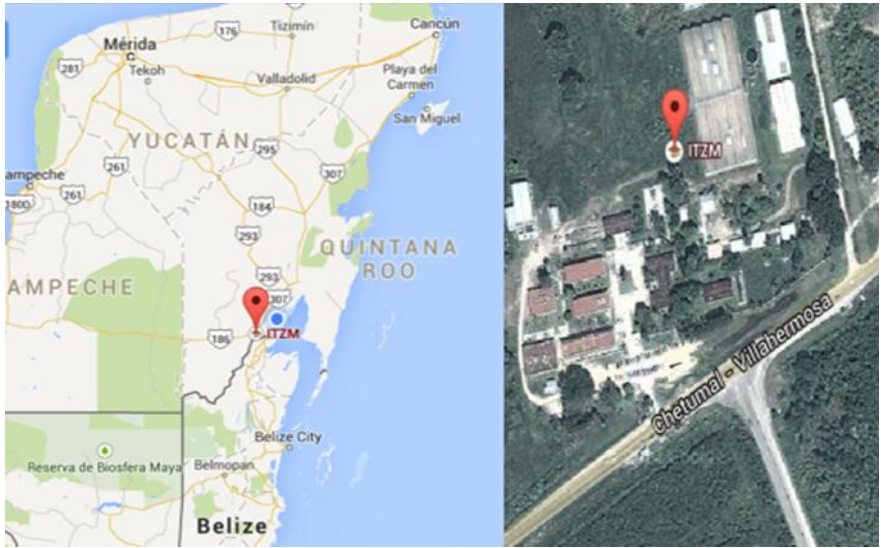


Figura no.2 Micro localizacion de proyecto

V.- Problemas a resolver.

- El desconocimiento de la calidad de agua de riego que trae como consecuencia el mal uso de fertilizante ya sea por exceso o por deficiencia. Por lo que no es posible una buena programación de fertilización nutricional de las plantas ya sea a cielo abierto o en invernadero.
- Importancia del fertiriego conociendo el contenido del agua utilizada.
- Análisis prácticos y en menor tiempo.
- Disminución de costos de producción por parte del productor
- Uso eficiente del agua.

VI.- Alcances y limitaciones.

6.1.- Alcances

a través de este trabajo se conocerá la cantidad de calcio que existe en el agua para riego de pozo a con la ayuda de los análisis de laboratorio y del equipo electrónico con el objeto de programar una buena fertilización.

Se analizaron aguas de riego provenientes de pozos en los invernaderos y en la zona de producción cañera de la rivera del río hondo.

Los muestreos se realizaron en comunidades y municipios del Estado de Quintana Roo

- Representa una disminución en costos del productor a través de una adecuada fertilización, sin excesos ni deficiencias.
- Permite tener mejores rendimientos en nuestra producción
- Concientizar a los productores de la importancia de los análisis de agua de riego
- Mayor número de análisis en menor tiempo, eficiencia y confiabilidad de los resultados.

6.2.- Limitaciones

Una de las limitaciones que existe con los productores son los altos costos que tienen estos estudios de análisis de aguas, los agricultores no tiene esta cultura para hacerlo, otra limitación que tiene es que en el Estado de Quintana Roo no se cuenta con suficientes laboratorios para hacer estos análisis.

Es necesario un laboratorio móvil para muestrear en las comunidades debido a que los productores casi nunca realizan análisis de su agua de riego.

VII. - Fundamento Teórico.

7.1.- Importancia de la calidad del agua de riego.

La calidad de agua de riego es un factor de gran importancia; debe realizarse un análisis de agua para establecer si esta contiene minerales en concentraciones que puedan ser tóxicas a la planta, o si presenta desbalance en su contenido mineral.

Una cantidad excesiva de agua y lo que se persigue es hacer un uso eficiente de ella. (Arregóces, *et.*, al 1982)

Es muy importante se basa en la disponibilidad de agua en cantidad suficiente y de calidad aceptable. Sin este insumo no se puede planear ninguna explotación agrícola intensiva de características sustentables. La calidad de agua juega un papel importante sobre el manejo de laminas, frecuencias de riego y el tratamiento a dar a este recurso para lograr su óptimo aprovechamiento, particularmente cuando se usan sistemas de riego. (Castellanos, *et.*, al 2000)

El tipo de agua que se utilice como agua de riego tiene dos efectos importantes, a corto plazo influye en la producción calidad y tipo de cultivo y a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo hasta hacerlo totalmente inservible para la agricultura. Sea cual sea el origen del agua debe de cumplir la calidad que se exige a una agua de riego natural y únicamente en ciertas situaciones o para

ciertas producciones pueden variarse los márgenes establecidos, siempre que no afecte las propiedades del suelo (Mujeriego, 1990).

La calidad del agua para riego se determina por la composición y concentración de los constituyentes que puede contener un solución o suspensión adquirido durante su transporte desde los puntos de precipitación e infiltración hasta donde es utilizada. Esa calidad es determinante en el comportamiento de los suelos y los cultivos en los aspectos de la estructura, la depositacion de sedimentos y la diseminacion de plagas y enfermedades fungosas.

Las características que determinan la calidad de agua de riego son:

La concentración total de sólidos en suspensión (sedimentos de origen erosivo)

La concentración total de sales solubles.

La concentración relativa de sodio en relación a otros cationes.

La concentración relativa de sodio en Boro u otros elementos tóxicos.

La dureza del agua, o sea la concentración de Bicarbonatos en relación a los cationes divalentes (Guroch, 1985).

El nivel de la humedad del suelo y la absorción de nutrientes.

El agua en el suelo es un factor en la absorción de nutrientes: La intercepción de nutrientes por las raíces en suelo húmedo es mayor que si estuviera más seco porque el crecimiento es más extenso. Esto es especialmente importante para calcio y magnesio.

El flujo masivo del agua en el suelo para satisfacer las necesidades de la transpiración de las plantas, transporta la mayoría de los nitratos, sulfatos ,calcio y magnesio a las raíces (Alvarez, 1981).

7.2.- Parámetros de calidad del agua.

Parámetros de agua, como el PH, la temperatura, la cantidad de oxígeno disuelto y la conductividad deben medirse en el mismo sitio donde se toma la muestra. Igualmente existen otros parámetros, como el color, la turbidez, los residuos y algunos otros que deben medirse dentro de las 24 horas siguientes a la toma de muestra (Maya, 2011).

Las principales variables para clasificar la calidad del agua desde una perspectiva agrícola son: a) concentración de sólidos disueltos o sales, b) presencia relativa de sodio, c) contenido de carbonatos y bicarbonatos, d) concentración de otros iones específicos como cloro y boro, y e) presencia y concentración de Fe y Mn, estos últimos son por los taponamientos de goteros que pueden causar. Finalmente el agua entrará en equilibrio con el suelo y la interacción de ambos es lo que da finalmente las características de la solución del suelo. Por ello es fundamental realizar un análisis de agua del predio y repetirlo cada tres o cuatro años para ver si sufre cambios. El abatimiento de los mantos acuíferos altera la calidad del agua en forma negativa, aumentando la concentración de sodio y bicarbonatos (Castellanos, 2000).

El conjunto de parámetros a considerar en la evaluación de la calidad del agua de riego han de contemplar el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que definen su adecuación. Habitualmente las determinaciones que se realizan al agua de riego son:

Cuadro 2. Parametros de la calidad del agua.

Parámetro de calidad	Símbolo	Unidad	Intervalo usual
Salinidad			
Conductividad eléctrica	CEa a 25 °C	μS/cm	0-3000
	CEa a 25 °C	dS/cm	0-3
Materia disuelta total	MDT	mg/l	0-2000
Cationes y aniones			
Calcio	Ca ²⁺	mg/l	0-400
Magnesio	Mg ²⁺	mg/l	0-60
Sodio	Na ⁺	mg/l	0-90
Carbonatos	CO ₂ -3	mg/l	0-3
Bicarbonatos	HCO ₃ -	mg/l	0-600
Cloruros	Cl	mg/l	0-1100
Sulfatos	SO ₂ -4	mg/l	0-1000
Diversos			
Boro	B	mg/l	0-2
pH	PH	-	6.5-8.5
SAR	SAR	-	0-15

(Mujeriego, 1990).

Los datos presentados son, en principio, suficientes para evaluar la idoneidad de un agua de riego y tener en cuenta los posibles problemas que este agua pueda causar al suelo o a las plantas pero en algunos casos cuando se sospecha de una anomalía en el agua es importante la determinación de otros parámetros como: el contenido en metales pesados y boro (por su incidencia en la cadena trófica y su alta toxicidad), los sólidos en suspensión (pueden condicionar el tipo de riego), los detergentes (para evitar problemas en las conducciones y en las superficies activas del suelo); si se realiza la preparación de soluciones nutrientes, para la fertirrigación, se han de analizar además de los iones habituales otros como: hierro, manganeso, cobre, nitratos y fosfatos, a fin de tener en cuenta sus concentraciones en el agua de riego y su incidencia sobre la nutrición de los cultivos (Mujeriego, 1990).

7.3.- Importancia del Ca en el agua de riego.

Calcio es un elemento químico muy abundante en la naturaleza y, de hecho, su presencia es imprescindible para la vida humana.

La importancia de este elemento químico en agua de abastecimiento público, está ligada a la dureza de las aguas y sus posibles incrustaciones en máquinas y conductos.

De forma normal entre en la composición de numerosas aguas naturales como cloruros y bicarbonatos (Londoño ,2013).

El calcio es el 5° elemento en orden de abundancia en la corteza terrestre, su presencia en las aguas naturales se debe al su paso sobre depósitos de piedras caliza, yeso y dolomita

La cantidad de calcio puede variar desde cero hasta varios cientos de mg/l, dependiendo de la fuente y del tratamiento del agua.

Las aguas que contienen cantidades altas de calcio y de magnesio, se les da el nombre de " aguas dura "(American Society for testing, 1994)

7.4- Niveles aceptables de calcio en el agua de riego

Suelos con niveles de Ca inferiores a 250 a 500 ppm extraídos con NH₄OAC, seguramente presentarán respuesta a la aplicación de calcio en aquellos suelos de muy baja CIC. Aunque los suelos con concentraciones mayores no significan que no requieran del suministro de calcio, ya sea en forma de cal o de fertilizante. La variable que más afecta el suministro de calcio a la planta es el PH del suelo. Cuando, éste es menor que 5.5 el problema de deficiencia de calcio puede estar presente, pues se limita la absorción de este nutrimento.

Suelos con baja CIC y solo 1000 ppm del calcio pueden suministrar más calcio a las plantas que suelos con 2000 ppm de Ca intercambiable, con CIC alta, pero con bajo porcentaje de saturación de calcio (castellanos 2000).

7.5.- Métodos de determinación de calcio en el agua de riego.

Los equipos para determinar calcio que se utilizaron fueron: LAQUAtwin COMPACT Ca²⁺ Meter B-751 y Titulación con EDTA.

LAQUAtwin B-751 es un medidor de calcio a prueba de agua con una gran pantalla LCD. Este equipo incorpora un electrodo de ión plano, único en el mundo diseñado con la última tecnología HORIBA para la medición de micro volúmenes. El electrodo reemplazable hace uso del mismo principio de medición que el electrodo selectivo de iones de calcio tradicional (ISE); sin embargo, el B-751 tan solo requiere unas gotas (0,3 ml) para ofrecer un análisis rápido y preciso.

La concentración en calcio de una muestra sólida se puede evaluar fácilmente colocando dicha muestra directamente en el sensor.

También se pueden realizar mediciones de muestras como líquidos, pastas y polvos. Por otra parte, el B-751 puede usarse como medidor de calcio tradicionales por inmersión del electrodo en un líquido. Por último, un papel absorbente nos permite el análisis de micro muestras a partir de 50 µl.

El amplio rango de medición que incorpora (de 40 a 4000 ppm) permite medir concentraciones altas sin necesidad de llevar a cabo una dilución. El B-751 no usa reactivos. (<https://www.pce-instrumentos.com/.../medidor-de-agua-horiba-uk-medidor-de-agua-calcio-laquatwin-de--5151.htm>) 11/20/14

Los equipos para determinar calcio que se utilizaron fueron: LAQUAtwin COMPACT Ca²⁺ Meter B-751 el cual viene en un práctico estuche

Metodo de titulacion con edta.

El método supone el uso de soluciones de ácido etileno diaminotetraacético o de sus sales sodio como titulador. Dichas soluciones forma “ iones complejos solubles “ con el calcio, magnesio y otros iones causantes de dureza.

El colorante cromo negro T, o eriocromo negro T, sirve para indicar cuando todos los iones calcio y magnesio han formado complejo con EDTA. Cuando se añade una pequeña cantidad de negro eriocromo T, color azul, a un agua dura con pH 10.0 ± 0.1 , el indicador se combina con algunos iones Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ para formar un ion complejo débil de color vino tinto.

Durante la titulación con el EDTA todos los iones Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ (M⁺⁺) libres forman complejos; finalmente el EDTA descompone el complejo débil vino tinto para formar un complejo más estable con los iones que causan dureza. Esta acción libera el indicador negro de eriocromo T y la solución pasa de color vino tinto a color azul lo indica el punto final de titulación.

Dureza por calcio

Cuando se añade una solución de EDTA a una agua que contiene tanto calcio como magnesio, el EDTA se combina primero con el calcio y luego con el magnesio. Si se eleva suficiente el pH para el magnesio se precipite , y se usa un

indicador que solamente se combine con el calcio, se puede determinar directamente el contenido de calcio. El indicador usado es el purpurato de amonio o murexida, $C_8H_4O_6N_5(NH_4)$, mezclado con cloruro de sodio.

Al añadir EDTA, este forma complejo primero el calcio que estaba en la solución y luego con el que se había incorporado al indicador, haciendo volver a su color original e indicando el punto final de la titulación. De color rosado y color purpura (Romero, 1999).

VIII.- Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

8.1.- Identificación de puntos de muestreo

Una vez ubicadas las zonas de producción en invernadero del Estado de Quintana Roo, Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Lazaro Cardenas, Tulum, Bacalar, y Othón P. Blanco. se tomaron muestras de agua de riego utilizando recipientes de 1000 ml previamente lavadas tres veces con la misma agua. Se tomaron dos muestra en botellas de 1 litro las cuales fueron etiquetadas y guardadas primeramente en una nevera, para conservar las características biológicas mientras se transporta y deposita en un refrigerador del laboratorio de suelo, agua y planta del Instituto.

se realizaron los análisis para la determinación de calcio en agua de riego que fueron tomadas en los municipios de Estado de Quintana Roo. El análisis de las muestras de agua por cada pozo o toma de agua (Figura 1).

Los muestreos de agua se realizaron dentro de los primeros 7 días de cada mes, por un periodo de 3 meses y se analizaron simultáneamente con el equipo electrónico LAQUAtwin COMPACT Ca²⁺ Meter B-751 para análisis de calcio y otro por titulación con la solución de EDTA

8.2.- Descripción de las actividades realizadas en el laboratorio.

Los equipos para determinar calcio que se utilizaron en este trabajo fueron: LAQUAtwin COMPACT Ca²⁺ Meter B-751 estos nos permite obtener resultados rápidos utilizando este método.

El medidor LAQUAtwin COMPACT Ca²⁺ Meter B-751 es muy práctico, de fácil manejo y es un medidor profesional que tan solo requiere unas gotas (0,3 ml) para obtener un análisis rápido y preciso.



Figura no. 3 LAQUAtwin COMPACT Ca²⁺ Meter B-751

Pasos para la medición:

Calibración: lo primero que se hace es presiona el botón ON/OFF se espera 2 segundo para que prenda, enseguidamente se abre la tapa del sensor se ponen gotas de la de solución estándar 2000 ppm para calibrar el equipo electrónico, presionar el botón de calibración por 2 segundos. Cuando aparezca la cara sonriente, habrá finalizado la calibración.

Se realiza una el sensor con agua destilada hasta retirar la solución de calibración y séquelo con un papel suave y limpio.

Análisis: evitar mezclar la muestra con la solución de calibración.

Estos medidores solo necesitan una mínima cantidad de muestra, se llena el sensor con de un gotero que trae el equipo y, cuando aparezca la cara sonriente, la medición habrá finalizado.

Limpieza: Mantener siempre limpio el sensor.

Se realiza un enjuague al sensor con agua destilada hasta que quede bien limpio y dejarlo listo para el próximo análisis. Cuando el fin de la vida útil del sensor se esté aproximando, puede sustituirse; no es necesario reemplazar el medidor. Los sensores deberán reemplazarse tras aproximadamente 1500 mediciones o cuando no se pueda realizar la calibración. Los sensores se venden por separado y se pueden quitar y sustituir con facilidad.



Figura no. 4 realizacion de análisis de calcio con equipo twin

8.3.-Determinación de Ca + Mg por titulación con la solución EDTA

Procedimiento para Determinación De Ca + Mg.

Pasos para la medición

1.- Se coloca en un matraz erlenmeyer de 50 ml, Se toma con una pipeta de 5/10 2 ml de la alícuota del extracto (agua) enseguida se le agrega al matraz erlemayer de 50ml.

2.- Diluir aproximadamente a 15 ml 13 ml de agua destilada y 2 ml de alícuota del extracto (agua)

3.- A esa mezcla se le agregan 10 gotas de la solución amortiguadora de cloruro de amonio, también se le pone de 3 a 4 gotas de indicador negro de ediocromo se pasa al soporte universal a la báscula se llena la pipeta con la solución EDTA hasta llegar a cero para la titulación se pone de bajo del soporte una micro bureta de 25 ml con la mezcla ya preparada se abre suavemente la solución de EDTA se va agregando poco a poco el cambio de color es de rojo vino a azul verde no se debe observar un tinte rojizo al llegar al punto final.

Titulación de Ca + Mag con la solución de EDTA el cambio de de rojizo a Azul



Figura no .5 solucion para titulación de Mg.



Figura no. 6 Cambio de vire determinación de Mg.

8.4.-Determinación de Calcio por Titulación

Procedimiento:

Pasos para la medición

1.- Se coloca en un matraz erlenmeyer de 50 ml, Se toma con una pipeta de 5/10, 2 ml de la alícuota del extracto (agua) enseguida se le agrega al matraz erlemayer de 50ml.

2.- Diluir aproximadamente a 15 ml 13 ml de agua destilada y 2 ml de alícuota del extracto (agua)

3.- A esa mezcla se le agrega 5 gotas con una pipeta 1/10ml de hidróxido de sodio se pasa enseguida doonde esta la báscula se pesa (0.050gm) de indicador purpurato de amonio incorporandolo a la mezcla enseguida cambia de color rojo, después se lleva a titular con la solución estandarizada de EDTA al soporte universal a la báscula se llena la pipeta con la solución EDTA hasta llegar a cero para la titulación se pone de bajo del soporte una micro bureta de 25 ml con la mezcla ya preparada se abre suavemente la solución de EDTA se va agregando gota a gota cada 10 segundos hasta que cambia de color no es instantanio de rojo- naranja a púrpura

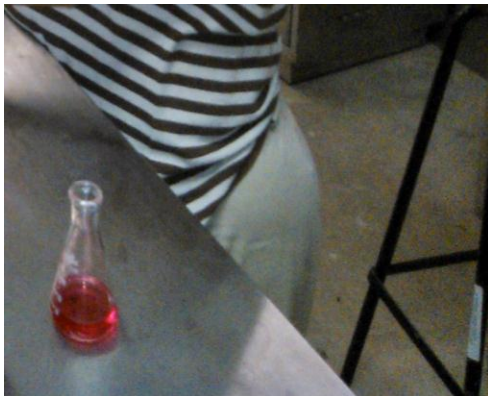


Figura no. 7 mezcla lista para la determinación de Ca por titulación



Figura no. 8 titulación con EDTA cambio de vire purpura determinación de Ca

IX.- Resultados y discusiones

Resultados de análisis de Ca por dos metodos de analisis

Cuadro no. 2

Control	Ca titulacion ppm	Ca itulacion meq/l	Ca twin	Ca twin meq/l
1 Laguna de bacalar	380.76	19	360	17.9640719
2 ITZM	380.76	19	360	17.9640719
3 Micro túnel ITZM	460.92	23	370	18.4630739
4 Pedro A. santos	200.4	10	220	10.9780439
5 Laguna milagros	480.96	24	340	16.9660679
6 Laguna Miguel Hidalgo	100.2	5	81	4.04191617
7 Invernadero Dziuche	300.6	15	310	15.4690619
8 Invernadero la presumida	320.64	16	410	20.4590818
9 Caan- lumil	200.4	10	59	2.94411178
10 Pozo nueva creación	400.8	20	430	21.4570858
11 Rio Sarabia	600.2	29.9500998	420	20.9580838
12 Rio carretera Chetumal	306	15.2694611	390	19.4610778
13 Pozo don Ricardo	571.2	28.502994	630	31.4371258
14 Campos del recuerdo	612	30.5389222	600	29.9401198
15 El chorro	153	7.63473054	420	20.9580838
16 Pedro Joaquín	102	5.08982036	270	13.4730539
17 Rovirosa	102	5.08982036	210	10.4790419
18 Santa cruz	204	10.1796407	570	28.4431138
19 Botes	102	5.08982036	260	12.9740519
20 Cocoyol	102	5.08982036	430	21.4570858
21 Km 39 Cacao	153	7.63473054	340	16.9660679
22 Tixcacal guardia	102.5	5.11477046	280	13.9720559
23 Hodzonot	163.2	8.14371257	260	12.9740519
24 x-hazil sur	153	7.63473054	230	11.4770459
25 Chunhuas	153	7.63473054	320	15.9680639
26 Cristóbal colon	153	7.63473054	260	12.9740519

Grafica de dispersión para resultados de determinación de Ca por titulación y twin

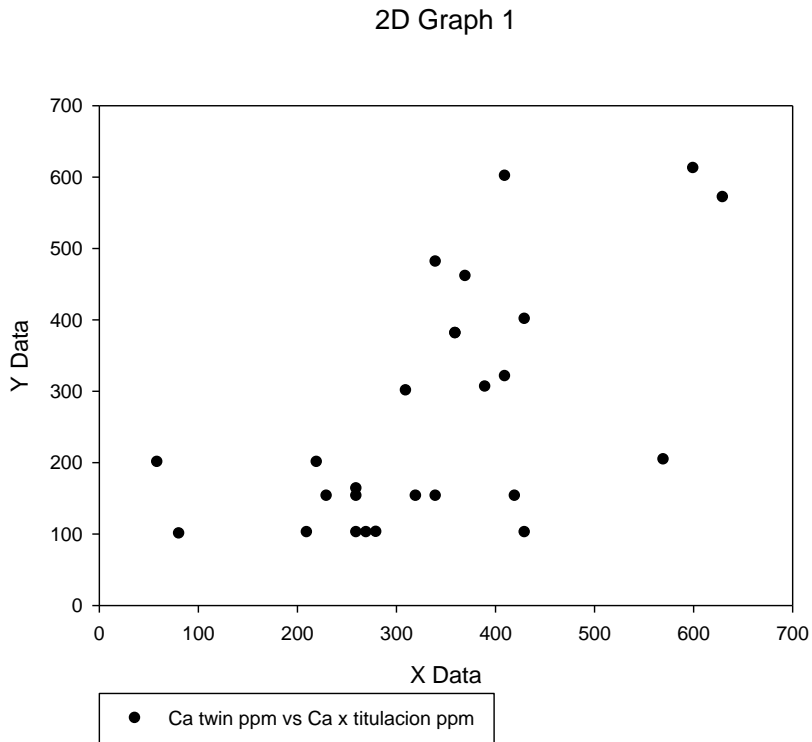


Figura 9. Grafica de dispersion para resultados de determinacion de Ca por titulaci3n y twin

Ecuacion:

$$Y = 1.406 X 10^2 + \frac{2.349 X 10^2}{1 + 2.71^{-\left(\frac{X - 3.25 X 10^2}{1.2012}\right)}}$$

Paramet.

$$R^2 = 0.421$$

$$a = 2.349 X 10^2$$

$$b = 1.212$$

$$x_0 = -3.25 X 10^2$$

$$y_0 = 1.406 X 10^2$$

Resultado de análisis de Ca+Mg.

Cuadro no. 3

N°.Muestra	Nombre	Ca + Mg
1	Laguna de Bacalar	76 meg/L
2	Hidroponía ITZM	57meg/L
3	Micro túnel ITZM	61meg/L
4	Pedro A Santos	45 meg/L
5	Laguna Milagros	70 meg/L
6	Laguna miguel Hidalgo	30meg/L
7	Invernadero Dziuche	53meg/L
8	Invernadero Presumida	76meg/L
9	Caanlu Mil	6meg/L
10	Pozo Colonia Nueva Creación	45meg/L
11	Rio Sarabia	50meg/L
12	(Rio Carretera Chetumal)	35meg/L
13	Don Ricardo	31.5meg/L
14	Campo de recuerdo	35meg/L
15	El Chorro	85meg/L
16	Pedro Joaquín	25.3meg/L
17	Rovirosa	25.3meg/L
18	Santa Cruz	60meg/L
19	Botes (Rio Hondo)	17.5meg/L
20	Cocoyol	45meg/L
21	Km 39 cacao	20meg/L
22	Tixcacal Guardia	25meg/L
23	Hodzonot	25.5meg/L
24	X-hazil sur	25meg/L
25	Chunhuas	22.5meg/L
26	Cristóbal Colom	20meg/L

Los resultados de los análisis del agua correspondientes a la concentración de calcio obtenidos en este trabajo, se discuten según el uso agrícola dentro del rango permisible y con una proporción importante para la nutrición de los cultivos.

Los análisis de calcio se realizaron por el método EQUIPO LAQUAtwin Ca^{2+} B-751 y Titulación ya mencionados anteriormente, los resultados se presentan en el siguiente cuadro N° 3

X.- Conclusiones y recomendaciones

Las aguas de los municipios de Jose Maria Morelos y Othón. P. Blanco si reúnen los requisitos y son aptos para los cultivos,pues se encuentran en el nivel optimo que es de 300ppm.

según estudios realizados con el programa estadístico sigma plot existe una correlacion baja de 42% entre los dos métodos utilizados; el electrónico y el de laboratorio para determinar calcio.

Recomendaciones:

- Se recomienda analizar las aguas de riego para determinar su concentración esto con la intención de tomar en cuenta su aportación en la nutrición para un programa de fertirriego.
- se propone realizar análisis de calcio con el objeto de disminuir fuentes que aporten calcio para evitar un exceso de este elemento en el agua de riego, pues ocasiona deformaciones en los frutos, hojas y tallos de los cultivos.

XI.- Bibliografía.

- Alvarez.,A . R (1981) IV seminario Latino americano sobre riego por goteo y riego Localizado.Venezuela
- American Society for testing and materials.(1994)Annual book of standards, Determinacion de dureza en agua.Metodo ASTD 1126-92
- Arregóces,L.Oscar(1982) Centro Internaciona de Agricultura Tropical. Colombia
- Blair, E.1957. Manual de riego y avenamiento. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Lima Perú.
- Castellanos. J, Uvalle B, Aguilar S.2000.Manual de Interpretacion de análisis de Suelos y Agua.Segunda Edicion Intagri.Celaya,Gto.
- Castellanos. J,2004.Manual de producción hortícola en invernadero, 2ª Ed. Celaya, Gto. México. INTAGRI, S.C.
- Guroch,L.A.(1985) Fundamentos y diseño de Sistemas de Riego.Primera Edicion,IICA
- Hernandez J, Espinoza y, Malpica L, de Jesus M. 2011.Calidad de agua de riego y parámetros microbiológicos y químicos del suelo de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua.Revista Facultad de Agronomia Universidad Central de Venezuela.Araguay Venezuela.4/12/14<https://www.pce-instrumentos.com/.../medidor-de-agua-horiba-uk-medidor-de-agua-calcio-laquatwin-de--5151.htm>.
- INEGI.2012.perspectiva estadística. Quintana roo. Diciembre 2012.recuperado 15/11/14
- Maya, A.M, (2011) Operaciones Culturales, riego y fertilización AGACO 108
- Mujeriego, R. (1990). Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. Calidad de un agua de riego. UPM 1997 Recuperado 8/12/14
- Romero, J.(1999) calidad del agua.2ª ed. México, D.F.ALFAOMEGA, S.A. de C.V.

XII.- Anexos



Figura no.2 .extracción de agua en el pozo



Figura no. 3 .recolección de muestra de agua



Figura no. 3. Análisis con Equipo Twin para determinar Calcio



Figura no. 4. Toma de 2 ml de la alícuota (agua)



Figura no. 5. Aforando la muestra con agua destilada 13 ml



Figura no. 6. Agregando las 10 gotas de solución amortiguadora



Figura no. 7. Se añadir 4 gotas de negro edicromo



Figura no. 8. Titular con ETDA hasta lograr vire de color rojo a azul determinación de Mg por titulación



Figura no. 9. muestra listas con la con
solución hidróxido de sodio