



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

“CORRELACIÓN Y CALIBRACIÓN CON EQUIPO ELECTRÓNICO PARA DETECTAR NITRATOS EN AGUA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO”.

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

Guillermina Díaz López

N° de Control

10870066

Carrera: Ingeniería en Agronomía

**Asesor Interno: M en C. Víctor Eduardo Casanova
Villarreal**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional de la estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **GUILLERMINA DÍAZ LÓPEZ** ; 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. **NAHÚN SANTOS CHACÓN**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado "**CORRELACIÓN Y CALIBRACIÓN CON EQUIPO ELECTRÓNICO PARA DETECTAR NITRATOS EN AGUA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO** " 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. Nahún Santos Chacón.

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre, 2014.

Índice

I.-Introducción.....	4
II.- Justificación.....	6
III.- Objetivos.....	9
3.1.- objetivo general.....	9
3.2.- objetivo específico.....	9
IV.- Caracterización del área donde participo.....	10
4.1.- Macro localización.....	10
4.2.- micro localización.....	11
V.- Problemas a resolver.....	13
VI.- Alcances y limitaciones.....	14
VII. Fundamento teórico.....	15
7.1 Importancia de la calidad del agua de riego.....	15
7.2 Parámetros de calidad del agua.....	16
7.3 Importancia de los nitratos en el agua de riego.....	17
7.4 Niveles aceptables de nitratos en el agua de riego.....	18
7.5 Métodos de determinación de nitratos en el agua de riego.....	19
VIII.- Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	21
8.1.- Identificación de puntos de muestreo.....	21
8.2.- Descripción de las actividades realizadas en el laboratorio.....	22
IX.-Resultados y discusiones.....	25
X.- conclusiones y recomendaciones.....	28
XI.- Bibliografía.	30
XII.-anexos.....	32

I.- Introducción

La agricultura de riego en México se desarrolla dentro de una gran diversidad de condiciones de clima, suelos, desarrollo tecnológico y factores socioculturales. En 6.2 millones de hectáreas bajo riego, que representan 25% de la superficie cultivada en el país, se obtiene 50% de la producción agrícola nacional. Tradicionalmente, el riego desarrollado en México ha sido el superficial en su modalidad de surcos y melgas para la irrigación de granos básicos, hortalizas y frutales (Palacios, et., al. 2010).

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua, en México existen 653 acuíferos. En 1975 treinta y cinco acuíferos eran sobreexplotados (es decir, se extraía más agua de la que se recargaba). Ya para el año 2002, eran más de 100 acuíferos sobreexplotados. De la calidad del agua subterránea poco se sabe, a pesar de que constituye la fuente de abastecimiento para 75 millones de mexicanos. En cuanto a los servicios del agua, si bien 88% de la población recibe agua potable o entubada y 76 % cuenta con alcantarillado, aún hay más de 13 millones de mexicanos sin servicio en sus casas y casi 30 millones sin drenaje, la mayor parte en zonas de pobreza, rural o urbana (CONAGUA; citado por la Academia Mexicana de Ciencias 2005).

La calidad pobre del agua subterránea así como de las aguas de la superficie, es un factor limitante en la irrigación de muchas áreas (Drosloff citado por Blair 1957).

Así, el principal objetivo de este proyecto fue analizar aguas de riego de comunidades de cinco municipios del estado de Quintana Roo, provenientes de pozos, y su concentración en nitratos con el fin de tomar en cuenta su impacto en suelos agrícolas y en algunos cultivos para una buena programación de la fertilización y el uso eficiente del agua.

II.- Justificación

El programa de residencia que se realizó ha sido de gran importancia debido a su contribución con la solución de un problema en el área agrícola en relación a la calidad del agua de riego con respecto a la realización de análisis de agua previos a la planeación de algún cultivo en invernadero o a cielo abierto, esto con el propósito de realizar una planeación de la fertilización con valores reales de nutrientes en el agua, en este caso este trabajo se enfocó en los niveles de nitratos. Siendo la calidad del agua un factor que ha afectado la producción en las comunidades del estado de Quintana Roo debido que no se le ha dado importancia en su influencia en la producción. La calidad del agua de riego es tema de gran importancia para la planeación de algún cultivo, puesto que su calidad determina el cultivo apto y el tipo de riego que debe ser manejado (Martínez 1994).

Es un factor fundamental en cualquier proceso agrícola, ya que de ella dependerá el desarrollo de los organismos, así como los rendimientos que se prevean obtener, debido a que el agua tiene influencia en los tres niveles básicos, el crecimiento, la reproducción y la supervivencia. Por tanto, la disponibilidad de la misma con calidad adecuada es importante para todos los sistemas de producción, aunque fundamentalmente lo es en el caso de los cultivos intensivos (Polanco *et. al* 2000).

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 (Matthew Drosloff citado por Blair 1957).

Por lo tanto, es muy importante realizar un análisis del agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir. La calidad de algunas fuentes de agua puede variar significativamente de acuerdo a la época del año (como en una época seca, época de lluvias), así que es recomendable tomar más de una muestra, en distintos períodos de tiempo (Martínez 1994).

Según Martínez 1994 , la mayoría de los casos el productor no realiza un análisis del agua de riego en la planeación de un cultivo, y mucho menos toma en cuenta que el agua puede aportar nutrientes, como son: nitratos, fosforo, potasio, calcio, magnesio, y por tanto no existe una planeación y programación de la fertilización, lo que da como resultado que la aplicación de fertilizantes sea deficiente o en exceso para las plantas, y esto a la ves provoca contaminación del manto freático y una pérdida económica innecesaria para el productor.

La contaminación agrícola es causa tanto directa como indirecta de efectos en la salud humana. Según informes de la OMS, los niveles de nitrógeno en el agua subterránea han aumentado en muchas partes del mundo como consecuencia de la "intensificación de las prácticas agrícolas" (OMS, 1993). Este fenómeno es bien conocido en algunas partes de Europa. Los niveles de nitrato han aumentado en algunos países hasta el punto de que más del 10 por ciento de la población bebe agua con niveles de nitrato superiores a la norma de 10 mg/l. Aunque la OMS considera que no hay ninguna vinculación significativa entre el nitrato y el nitrito y los cánceres humanos, la directriz sobre el agua potable se ha establecido con la finalidad de evitar la metahemoglobinemia, a la que están especialmente expuestos los lactantes (OMS, 1993 citado por FAO 1997).

III.- Objetivos.

3.1.- Objetivo general.

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

3.2.- Objetivos específicos.

- Analizar el contenido de nitratos 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 sitio donde se realizaron los muestreos para este experimento se ubicó en comunidades del municipio de Othón P. Blanco conocida como la zona cañera de la Rivera del rio hondo que corresponde al municipio de Othón p. blanco y en comunidades de los municipios de Felipe carrillo puerto, José María Morelos, Tulum, lázaro cárdenas y Bacalar los cuales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Sitios de muestreo

Municipio	Nombre de la muestra/origen.	No. De muestra
Bacalar	Laguna de bacalar	1
Othón P. Blanco	Hidroponía 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

El clima que prevalece en esta zona es cálido subhúmedo con lluvias en verano en un 98.8% de la superficie estatal y cálido subhúmedo con lluvias abundantes en verano en 1.2% de la superficie estatal. Según la estación meteorológica de Chetumal la temperatura media anual es de 26.6 °C con una precipitación de 1312.4 mm al año (INEGI 2012).

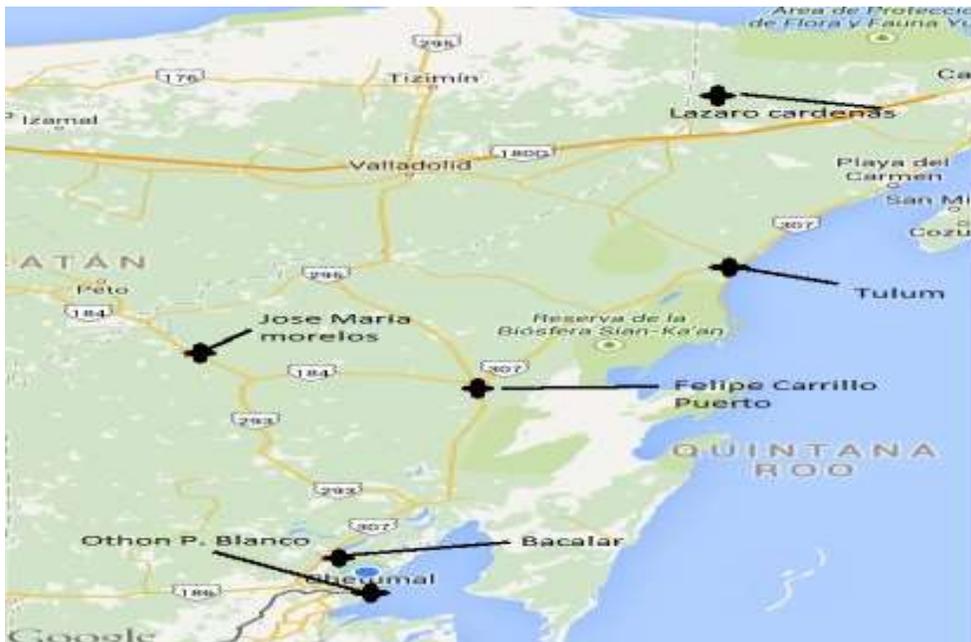


Figura1. Mapa de la macro localización.

4.2.- Micro localización

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelo, agua y planta del Instituto Tecnológico de la Zona Maya localizado en el ejido Juan Sarabia ubicada en el kilómetro 21.5 de la carretera federal Chetumal-Escárcega, del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, y cuyas coordenadas geográficas son 18°30'58" latitud norte y 88°29' 19" longitud oeste.



Figura 2. Micro localización del proyecto

V.- Problemas a resolver.

Los problemas que la realización de este trabajo pretendió 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.
- La importancia del fertiriego conociendo el contenido del agua utilizado.
- Uso eficiente del agua
- Disminución de costos de producción por parte del productor
- Análisis prácticos y en menor tiempo

VI.- Alcances y limitaciones.

6.1.- Alcances

- Se caracterizaron 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 de 5 municipios del estado de Quintana Roo.
- Lograr una cultura de análisis de aguas de riego en los productores.

6.2.- Limitaciones.

- No hay suficientes laboratorios
- Esto representa un costo para el productor
- La cultura del análisis
- La caracterización del agua de riego en cuanto a iones nitrato únicamente.
- 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.

La evaluación de la calidad de un agua para riego se basa inicialmente en su composición física y química. Es necesario conocer los resultados de estos análisis de una o varias muestras de agua con el fin de determinar la conveniencia o limitación del agua que se pretende utilizar para riego, debe tomarse en cuenta la composición química de esta o estas, la tolerancia de los cultivos a las sales, las propiedades físicas y químicas del suelo y las prácticas de manejo del agua él y los cultivos, condiciones climatológicas de drenaje interno y superficial (Parra *et.*, *al* 2003, citado por Pérez 2011).

7.1 Importancia de la calidad del agua de riego

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). El agua entrara 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 cuatros 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 *et.*, *al* 2002; ortega 2002).

La calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, incluso si todas las demás condiciones y prácticas de producción son favorables. Además, los distintos cultivos requieren distintas calidades de agua de riego.

En México existen pocos estudios sobre los niveles de nitratos (NO_3) en aguas de consumo humano, la magnitud del problema o el origen de esta contaminación. Si se sobrepasa el contenido máximo permisible de nitrato como nitrógeno (N-NO_3) para agua potable de 10 mg/l, establecidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM) de la Secretaría de Salud (SSA) (NOM-127-SSA1-1994), puede llegar a ser un problema de salud si el agua es destinada a consumo humano (Orozco y Valverde 2012).

7.2 Parámetros de calidad del agua

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. Las determinaciones que se realizan al agua de riego se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros de 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).

Conceptualmente, la calidad del agua se refiere a las características de un suministro de agua que va a influir en su idoneidad para un uso específico, es decir, qué tan bien la calidad cumple con las necesidades del usuario. La calidad se define por características físicas, químicas y biológicas. (Ayers 1985).

7.3 Importancia de los nitratos en el agua de riego.

Nitratos y nitritos son compuestos iónicos que se encuentran en la naturaleza, formando parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato (NO₃⁻) es la forma estable de las estructuras oxidadas del nitrógeno, y a pesar de su baja reactividad química puede ser reducido por acción microbiológica. El nitrito (NO₂⁻), es oxidado con facilidad por procesos químicos o biológicos a nitrato, o bien reducido originando diversos compuestos (Cabrera *et. al* 2003).

7.4 Niveles aceptables de nitratos en el agua de riego.

Los niveles de nitratos y nitritos en aguas naturales son un Indicador importante de la calidad del agua. Ambos se encuentran relacionados con el ciclo del nitrógeno de suelo y plantas superiores aunque los nitratos son añadidos por medio de fertilizantes que puede ocasionar que los niveles de estos aumenten (Cabrera *et. al* 2003). El nitrato en concentraciones mayores a los 10mg/L, puede ser tóxico para muchos organismos. El nivel natural de nitrato en aguas superficiales es típicamente bajo (menor a 1mg/L), pero en efluentes contaminados puede llegar a 30 mg/L. Las fuentes de nitrato incluyen pérdidas en las cámaras sépticas, uso de fertilizantes, actividad ganadera y algunas descargas industriales (Goyenola 2007). En el cuadro 3 se presentan valores admisibles de algunos elementos en el agua de riego según la ONU 1985.

Cuadro 3. Valores admisibles del agua de riego.

Calidad de agua para riegos. Valores normalmente admisibles (ONU 1985).			
	Parámetros	Unidad	Valores máximos
Salinidad	Contenido de sales:		
	Conductividad eléctrica	Ds/m	0-3
	Total sólidos en solución	mg/l	0-200
	Cationes y aniones:		
	Calcio (Ca++)	meq/l	0-20
	Magnesio(Mg ++)	meq/l	0-5
	Sodio (Na ++)	meq/l	0-40
	Carbonatos(CO3--)	meq/l	0-0.1
	Bicarbonatos (HCO3--)	meq/l	0-10
	Cloro (Cl-)	meq/l	0-30
	Sulfatos(SO4--)	meq/l	0-20
Nutrientes	Nitrato-nitrógeno(NO3-N)	mg/l	0-10
	Amonio-nitrógeno(NH4-N)	mg/l	0-5
	Fosfato-fosforo(po4-p)	mg/l	0-2
	Potasio(k+)	meq/l	0-2
Varios	Boro(B)	mg/l	0-2
	Acides o basicidad(pH)	1-14	6-8.5
	RAS	meq/l	0-15

7.5 Métodos de determinación de nitratos en el agua de riego.

Uno de los métodos empleados es el método del ácido fenoldisulfónico; los nitratos reaccionan con este ácido para producir un compuesto que en solución alcalina es de color amarillo y obedece a la ley de Beer (Romero 1997). La reacción entre el derivado nitroso del ácido fenoldisulfónico y el hidróxido de potasio es violeta y se debe, por lo tanto, tener la precaución indispensable de diluir antes de alcalinizar la solución con KOH.

Los cloruros interfieren seriamente con la determinación de nitratos por este método. Se debe por lo tanto, disminuir el contenido de cloruros a un mínimo según el tratamiento recomendado por los métodos estándar. La determinación de nitratos también puede hacerse mediante un electrodo de membrana o por cromatografía (Romero 1999.)

Otra metodología para la determinación de nitratos y nitritos es similar a la utilizada para el pH, mediante la utilización de tirillas reactivas específicas. Recomendamos realizar la determinación en el campo.

Es necesario utilizar recipientes bien limpios para tomar las muestras de agua (preferentemente lavarlos previamente y enjuagarlos con agua destilada). Debe evitarse la exposición de las tiras a la luz del sol y la humedad. Sacar únicamente el número de tiras de test necesarias y cerrar inmediatamente el envase. No debe tocarse con los dedos las zonas del test, sumergir brevemente por un segundo en la muestra para obtener la medición.

Espere manteniendo las zonas reactivas hacia arriba. Al cabo de 1 minuto se compara las zonas de test de la tira con la escala coloreada del frasco. En presencia de iones nitrato, el papel de test (en el extremo de la tira) se colorea de rojo-violeta. La segunda zona reactiva de la tira muestra la concentración de nitrito. (APHA 1998 citado por Goyenola 2007).

VIII.- Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

8.1.- Identificación de puntos de muestreo.

Para la toma de muestras de este experimento se seleccionaron pozos en 6 municipios del estado, tomando en cuenta aquellos que pertenecieran a algún invernadero.

Una vez ubicadas las zonas de producción en invernadero del estado de Quintana Roo, que son principalmente Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos; Bacalar en menor grado, y Othón P. Blanco, se tomaron muestras de agua de riego en botellas de 1 litro las cuales fueron etiquetadas y guardadas primeramente en una nevera, para conservar las características biológicas para ser transportadas y depositadas en un refrigerador del laboratorio de suelo, agua y planta del instituto.

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 Twin NO-3 para análisis de nitratos y el kit Hach B-12.

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

El análisis de las muestras de agua se llevó a cabo en el laboratorio de suelo, agua y planta del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Se tomaron dos muestras de agua por cada pozo o toma de agua utilizando recipientes de 1000ml previamente lavadas cinco veces con la misma agua que se tomó como muestra. Una vez colectadas las muestras y etiquetadas se colocaron en una nevera fueron trasladadas al laboratorio en donde fueron refrigeradas y se almacenaron hasta ser analizadas. Los diferentes análisis se realizaron dentro de los primeros siete días después del muestreo; se determinó la concentración de nitratos con un equipo electrónico (Twin NO-3) y por colorimetría (Hach B-12).

Los equipos nitratos que se utilizaron en este trabajo para determinar fueron: Nitrate-nitrite kit test model NI-12. y el equipo electrónico Twin NO-3.

El test kit Hach permite obtener resultados rápidos utilizando el método de disco de color para las pruebas, el cual viene en un práctico estuche, para los análisis en el campo. Es un medidor de nitratos y nitritos con un rango de 0 a 50 mg/L en NO₃⁻ y un Rango de 0.01 a 0.50 mg/L NO₂⁻ (figura 3).

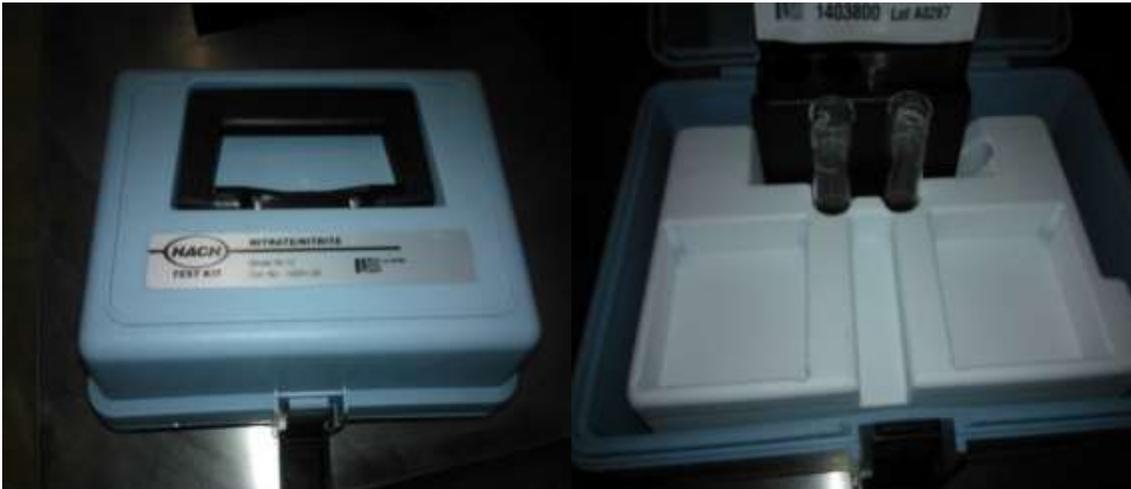


Figura 3. Medidor de nitratos kit Hach.

El medidor de nitratos Twin B-73 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 4).



Figura 4. Medidor de nitratos Twin NO3.

Pasos para la medición con el equipo electrónico Twin NO₃:

1. Calibración: es necesario asegurarse siempre de que el sensor esté limpio antes de realizar la calibración. De no ser así, enjuagar con agua hasta que quede bien limpio. Seguidamente se debe colocar un poco de solución estándar en el sensor y pulsar el botón de calibración. Cuando aparezca la cara sonriente, habrá finalizado la calibración. Limpiar el sensor con agua hasta retirar la solución de calibración y secar con un pañuelo suave y limpio.
2. Análisis: evitar mezclar la muestra con la solución de calibración.

Estos medidores solo necesitan una mínima cantidad de muestra, por lo que no es necesario un vaso de precipitado. Llenar el sensor con la muestra apoyándose de un gotero y, cuando aparezca la cara sonriente, la medición habrá finalizado.

3. Limpieza: Mantener siempre limpio el sensor.

Se debe enjuagar el 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.

Los datos obtenidos al realizar la determinación de nitratos con el equipo electrónico Twin NO₃- y el Kit Hach en las muestras de aguas de riego fueron analizadas por el paquete estadístico sigma plot.

IX.-Resultados y discusiones

Los resultados de los análisis del agua correspondientes a la concentración de nitratos 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 nitratos se realizaron por el método Hach y el Twin NO-3 ya mencionados anteriormente, los resultados se presentan en el cuadro 4.

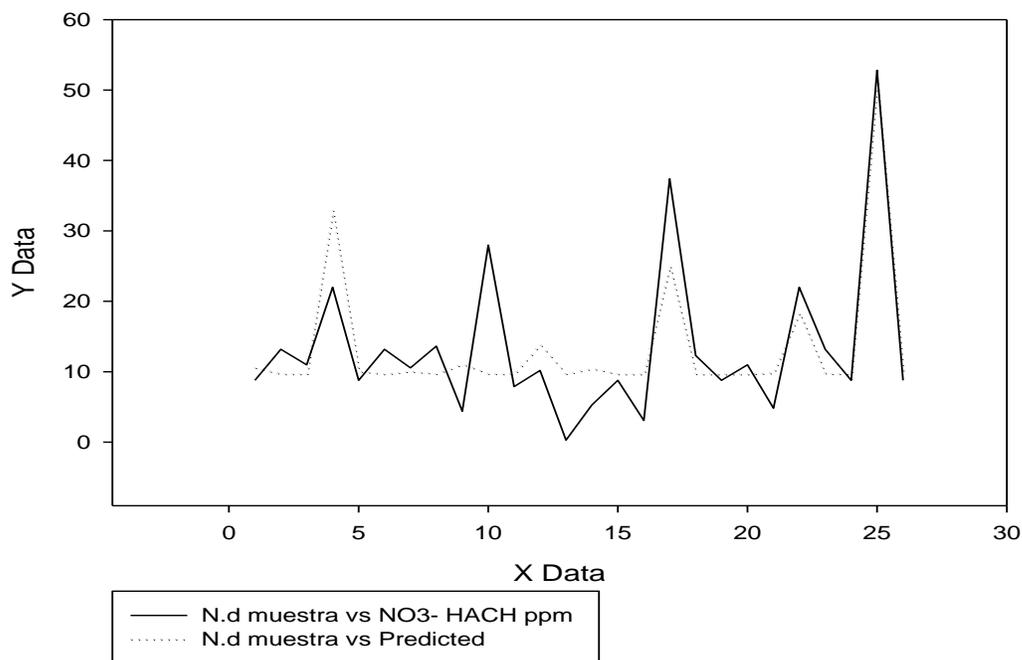
Cuadro 4. Resultados de la concentración de nitratos con equipo Twin y kit Hach.

Núm. de muestra	Procedencia	NO3- HACH ppm	NO3-HACH meq/l	NO3- Twin ppm	NO3- Twin meq/l
1	Laguna de bacalar	8.8	0.141935484	29.62	0.477741935
2	Hidroponía ITZM	13.2	0.212903226	24	0.387096774
3	Micro túnel ITZM	11	0.177419355	21	0.338709677
4	Pedro A. Santos	22	0.35483871	45	0.725806452
5	Laguna Milagros	8.8	0.141935484	28	0.451612903
6	Laguna Miguel H.	13.2	0.212903226	8.07	0.13016129
7	Invernadero Dziuche	10.56	0.170322581	28	0.451612903
8	Invernadero Presumida	13.64	0.22	23	0.370967742
9	Caan-lumil	4.4	0.070967742	30.66	0.494516129
10	Pozo. Nueva creación	28	0.451612903	24.66	0.397741935
11	Rio Sarabia	7.9	0.127419355	20.5	0.330645161
12	Rio carretera Chetumal.	10.2	0.164516129	33.87	0.546290323
13	Pozo don Ricardo	0.308	0.004967742	22	0.35483871
14	Campos del recuerdo	5.28	0.08516129	29.333	0.473112903
15	El chorro	8.8	0.141935484	15.666	0.252677419
16	Don Guillermo (Pedro Joaquín)	3.08	0.049677419	8.95	0.144354839
17	Rovirosa	37.4	0.603225806	40.666	0.655903226
18	Santacruz	12.32	0.198709677	12.333	0.198919355
19	Botes (rio hondo)	8.8	0.141935484	11	0.177419355

20	Cocoyol	11	0.177419355	13.333	0.215048387
21	km 39 el negro	4.84	0.078064516	26.333	0.424725806
22	Tixcakil guardia	22	0.35483871	37	0.596774194
23	Hodzonot Tulum	13.2	0.212903226	23	0.370967742
24	X-Hazil sur	8.8	0.141935484	24.333	0.392467742
25	Chunhuas	52.8	0.851612903	73.666	1.18816129
26	Cristóbal colon	8.8	0.141935484	22	0.35483871

Los métodos Hach y el electrónico Twin se correlacionan en un 70% . Utilizando los resultados obtenidos con el modelo matemático se puede obtener valores similares al Hach (grafica 1).

2D Graph 1



Grafica 1. Nitratos vs Hach NO3.

La ecuación obtenida con un $r^2 = 0.70$ es:

$$Y = Y_0 + \frac{a}{\left[1 + e - \left(\frac{x - x_0}{b}\right)\right] c}$$
$$Y = 9.68 + \frac{4.23 \times 10^1}{\left[1 + e - \left(\frac{x - 3.37 \times 10^1}{8.25}\right)\right] 8.35}$$

Parámetros:

$$a = 4.23 \times 10^1$$

$$b = 8.25$$

$$c = 8.35 \times 10^3$$

$$X_0 = -3.37 \times 10^1$$

$$Y_0 = 9.68$$

X.- conclusiones y recomendaciones

En los municipios del estado de Quintana Roo son necesarios los análisis de aguas de riego; sobre todo concientizar a los productores de la importancia que tiene realizarlos puesto que la calidad del agua tiene una estrecha relación con la nutrición vegetal razón por la cual influye en gran medida en el éxito de cualquier cultivo que se pretenda realizar.

Por tal motivo la mayoría de los experimentos realizados en las comunidades fue con la intención de crear conciencia en la importancia de realizar análisis de las aguas de riego.

Se constató que los productores de Chile Habanero de los invernaderos de la zona Maya no realizan análisis de sus aguas de riego, pero si llevan a cabo un programa de fertilización, el cual podría mejorarse y adecuarse con datos más reales con los resultados de los análisis.

La aplicación de un programa de riego y fertiriego sin un análisis previo de las aguas de riego puede contaminar el manto freático si existe un exceso y un problema en la nutrición si hay deficiencia.

De acuerdo a estos criterios podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El nitrato se encuentra en buenas concentraciones en las aguas de riego analizadas en laboratorio y con el equipo electrónico Twin; encontrándose en un promedio de 25.9 ppm en las aguas analizadas.
- Para evitar la acumulación y posterior lixiviación del nitrato, este elemento debe ser aplicado en bajas concentraciones y en función a las necesidades de los cultivos el cual solo será posible con los resultados de los análisis de las aguas de riego.
- Se recomienda monitorear la concentración de nitratos en las aguas de riego con el fin de mejorar la dosis de fertilización, aportando a las plantas lo necesario para un buen desarrollo y mejorar la producción.
- Se recomienda realizar análisis de las aguas de riego antes de iniciar cualquier explotación agrícola; para garantizar el rendimiento del cultivo y dar un manejo adecuado del agua y conservar la estructura del suelo.

XI.- Bibliografía.

- Academia Mexicana de ciencias.2005. El agua en México vista desde la Academia.2ª edición. Academia de ciencias, México, D.F.
- Antón, A y Lizaso, J. Nitritos, nitratos y nitrosa minas. Fundación ibérica por la seguridad alimentaria. Madrid, España. Recuperado el 12/12/14 en: http://www.proyectopandora.es/wp-content/uploads/Bibliografia/13181019_nitritos_nitratos.pdf
- Ayers, R.S y Wescot, D.W.1985.water qualityfor agriculture.food and agriculture organization of the united nations. Rome Italy. <http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E01.htm>
- Blair, E.1957. Manual de riego y avenamiento. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Lima Perú.
- Cabrera E. Hernández, L. Gómez, H. Cañizares, M. Determinación de nitratos y nitritos en agua. Comparación de costos entre un método de flujo continuo y un método estándar. Sociedad química de México. (Online) 2003. vol.47.num 1(enero-marzo) recuperado el 19/octubre /2014 en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47547114>
- Castellanos J, Uvalle J, y Aguilar A. 2000. Manual de interpretación de interpretación de análisis de suelos y aguas, 2ª ed. Celaya Gto. Intagri.
- Castellanos, J.2004.Manual de producción hortícola en invernadero, 2ª ed. Celaya, Gto. México. INTAGRI, S.C.
- Dirección general de estadística e información ambiental. 2007. Calidad del agua. México, D.F. Recuperado el 6/12/14 en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/07_agua/cap7_2.html
- Goyenola, G. Determinación de nitrógeno en forma de nitratos/ nitratos. Guía para la utilización de las valijas viajeras-nitratos/nitritos. Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos.(online)2007.version 1.0 (junio) recuperado el 18/agosto/2014 en: <http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/>
- Hernández, J. Espinoza, y. Malpica, L. De Jesús, M.2011. Calidad del agua de riego y parámetros microbiológicos y químicos del suelo de la zona agrícola de Barbacoas, estado de Aragua. Revista facultades agronómicas. Aragua, Venezuela. 06/12/14 recuperado en: http://www.revistaagronomiauvcv.org.ve/revista/articulos/2011_37_1_1.pdf
- INEGI.2012.perspectiva estadística. Quintana roo. Diciembre 2012.recuperado 10/11/14 en http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/estd_perspect/qroo/Pers-qr.pdf
- Martínez, F.1994. Manual básico de calidad del agua y fertilización.pag.6-7.

- 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 10/12/14 en: <http://mie.esab.upc.es/arr/T21E.htm>
- Organización mundial de la salud (1989). Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Informe técnico 778. OMS, Ginebra. Recuperado 20/11/14 en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/aguresi/direc/direct.html>
- Orozco-Corral, Alfonso Luis, Valverde-Flores, Martha Irene. Impacto ambiental del manejo del agua de riego con sondas de capacitancia sobre la contaminación de acuíferos por nitratos. Tecnología y ciencias del agua.(online)2012.III.(febrero-marzo) 6/ noviembre/ 2014 recuperado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531980002>
- Palacios, A. Rodríguez, M. Barajas, G. 2010.tratamiento electrostático (ESP) del agua para riego. Facultad de ciencias agrícolas y forestales/ universidad autónoma de chihuahua.
- Pérez-león, J.M. 2011. Manual para determinar la calidad del agua para riego agrícola. Facultad de ciencias agrícolas. Universidad veracruzana .Xalapa, Veracruz.
- Polanco, E. Corral, M. Grizel, H. Montes, J. 2000.analisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies. Mundi prensa libros, S.A. Madrid España. Recuperado 10 /octubre /14 en <http://www.fao.org/docs/eims/upload/5069/tomo1.pdf>
- Romero, J.1999.calidad del agua.2ª ed. México, D.F.ALFAOMEGA, S.A. de C.V.
- Sarabia, I. Cisneros, R .Avecas, J. Duran, H. y Castro, J. 2011.calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del valle de San Luis Potosí, México. Revista internacional de contaminación ambiental .recuperado 25/11/14 en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992011000200002&script=sci_arttext

XII.- Anexos

Correlación y calibración con equipo electrónico para detectar nitratos en agua en el estado de quintana roo.

Anexo fotográfico



Figura 1. muestreo en la comunidad de Dziuche



Figura 2. muestreo en la comunidad de cacao



Figura 4. Análisis de las muestras de agua con equipo Twin NO3



Figura 5. Análisis con equipo Hach.

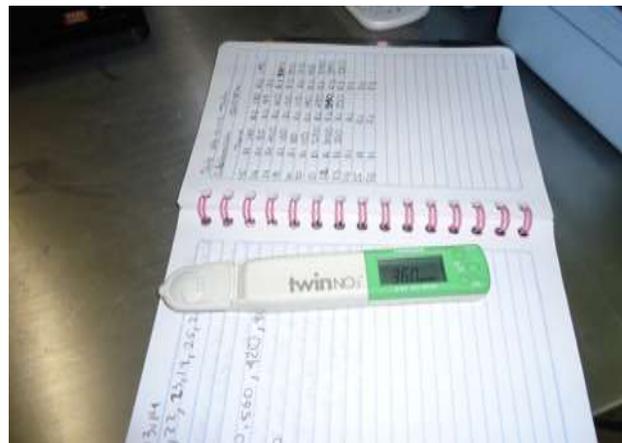


Ilustración 1. Calculo de los resultados obtenidos con el equipo electrónico Twin y Hach.