

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4>

Ciencias de la Educación
Artículo de investigación

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

What method to apply for the control of humidity in farms dedicated to agriculture in the ecuadorian east?

Qual método aplicar para o controle de umidade em fazendas dedicadas à agricultura no leste equatoriano?

Jeniffer Monserrath Flores-Toala ^I
jeniffer.flores@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2629-2297>

Hugo Rolando Sánchez-Quispe ^{II}
hugo.sanchez@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9785-9337>

José Israel López-Pumalema ^{III}
jolopez@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3238-139X>

Correspondencia: jeniffer.flores@epoch.edu.ec

***Recibido:** 25 junio de 2021 ***Aceptado:** 31 de julio de 2021 *** Publicado:** 18 de agosto de 2021

- I. Máster Universitario en Tecnologías Marinas y Mantenimiento, Ingeniera en Mecánica Naval, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Ecuador.
- II. Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial, Ingeniero Automotriz, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, sede Orellana, Ecuador.
- III. Magíster en Gestión de Proyectos de Desarrollo, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, sede Orellana, Ecuador.

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Resumen

El presente artículo hace relación ante el uso y la aplicación que se tiene en los suelos de los distintos métodos que se utilizan en las fincas agropecuarias para el control de la humedad dentro del Oriente Ecuatoriano en las Provincias como Napo, Orellana y Sucumbíos.

La humedad del suelo es uno de los términos más importantes relacionados con la agricultura, esto depende tanto de la clase de cultivos que se vayan a plantar, como el control que se tenga para adaptarse y sobrellevar los cambios de temporadas, saber si es o no necesario implementar un sistema de riego, o en tal caso un sistema de drenaje eficiente.

Siendo la principal problemática la falta de conocimiento, y el bajo presupuesto de parte de los agricultores para implementar los métodos de control de humedad se utilizó como parte de la metodología, una encuesta realizada a varios agricultores, además de una investigación científica sobre el tipo de suelo y cultivos comunes que se realizan en la zona del Oriente Ecuatoriano.

Como resultado la aplicación de método para el control de la humedad más factible para los agricultores de estas áreas, según el tipo de suelo y las precipitaciones que se presentan, es el uso de la sonda FDR ya que es un método efectivo de medición del contenido de humedad y optimización del recurso hídrico, esto a pesar de su valor al implementarlo.

Palabras Clave: Humedad del suelo; métodos de control; aplicación; Oriente Ecuatoriano.

Summary

This article deals with the use and application of the different methods used in agricultural farms to control humidity within the Ecuadorian East in the Provinces of Napo, Orellana and Sucumbíos.

Soil moisture is one of the most important terms related to agriculture, this depends both on the class of crops that are going to be planted, as well as the control that one has to adapt and cope with the changes of seasons, whether or not it is necessary to implement an irrigation system, or in this case an efficient drainage system.

Being the main problem the lack of knowledge, and the low budget on the part of the farmers to implement the humidity control methods, a survey carried out with several farmers was used as part of the methodology, in addition to a scientific investigation on the type of soil and common crops that are made in the eastern Ecuadorian area.

As a result, the application of the most feasible method for humidity control for farmers in these areas, depending on the type of soil and rainfall that occurs, is the use of the FDR probe as it is an

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

effective method of measuring the content. humidity and optimization of the water resource, this despite its value when implementing it.

Keywords: Soil moisture; control methods; application; Ecuadorian East.

Resumo

Este artigo está relacionado ao uso e aplicação dos diferentes métodos usados em fazendas agrícolas para controlar a umidade no leste do Equador em províncias como Napo, Orellana e Sucumbíos.

A umidade do solo é um dos termos mais importantes relacionados à agricultura, isso depende tanto da classe de lavouras que serão plantadas, quanto do controle que se tem para se adaptar e lidar com as mudanças das estações, sejam ou não. É necessário implantar um sistema de irrigação, ou neste caso um sistema de drenagem eficiente.

Sendo o principal problema a falta de conhecimento, e o baixo orçamento por parte dos produtores rurais para implementar os métodos de controle de umidade, foi utilizado como parte da metodologia um levantamento realizado com diversos produtores, além de uma investigação científica sobre o tipo de solo e culturas comuns que são feitas na área oriental do Equador.

Como resultado, a aplicação do método de controle de umidade mais viável para os agricultores dessas áreas, dependendo do tipo de solo e precipitação que ocorre, é o uso da sonda FDR por ser um método eficaz de medição do conteúdo, umidade e otimização do recurso hídrico, apesar do seu valor na altura da sua implementação.

Palavras-chave: Umidade do piso; métodos de controle; aplicativo; Leste equatoriano.

Introducción

Siendo el suelo, el medio habitual de absorción de agua por parte del reino vegetal, las preguntas, ¿cuánta agua existe contenida en él? y ¿qué humedad del suelo debo tener para las plantas?, se hace relevante ante el concepto de que la humedad del suelo es esencial para cultivos intensivos, extensivos, huertos ecológicos, las plantas de una casa y en sí con todo el desarrollo vegetal.

Como menciona Arabuko, (2018), la humedad que se tenga del suelo, como identificarla o saber cuál es depende de la especie, las condiciones, el tipo de suelo, su estructura, su composición, pero sobre todo depende de la especie, ver imagen 1. La planta es quien determina su tolerancia a mayor o menor cantidad de agua en el sustrato y sus raíces son las que se pudren o no, de acuerdo a la planta.

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Uno de los puntos más importantes para realizar la medición según Arabuko, (2018) es definir en qué momento se mide la humedad del suelo. En un suelo muy arenoso, después de la lluvia, la humedad será alta, el agua en este caso se drenará igual de rápido que ha caído y dejará de estar disponible para las plantas en cuestión de horas o incluso minutos. Lo ideal es ver qué capacidad tiene ese suelo para retener esa agua y que esta esté disponible para las plantas, además de que toleren el agua retenida.

Guevara, (2018) menciona que la humedad del suelo tiene un papel importante que desempeñar en lo que respecta al crecimiento de la planta, en el sector de la agricultura la aplicación de humedad adecuada y oportuna para el riego, dependiendo del suelo, es esencial en la producción de los cultivos. Se refiere a la cantidad de agua en masa o volumen que se encuentra en el suelo en un lugar y tiempo determinado (Lanfranco, Pellegrini, & Cattani, 2014). Para realizar cálculos del contenido de humedad con base en el volumen se requiere una medida correcta de la densidad aparente del suelo (Black & Gardner, 1965). La humedad del suelo influye en muchas propiedades físicas, tales como la densidad aparente, espacio poroso, compactación, penetrabilidad, resistencia al corte, consistencia, succión total de agua y color del suelo. La humedad del suelo es muy dinámica y depende del clima, vegetación, profundidad del suelo, y de las características y condiciones físicas del perfil (Flores & Alcalá, 2010).

Imagen 1.-La humedad en suelos según su textura

HUMEDAD EN EL SUELO			
Textura del suelo	Capacidad del campo	Punto de marchitamiento	Humedad disponible
Arenoso	9%	2%	7%
Arenoso – franco	14%	4%	10%
Franco arenoso – limoso	23%	9%	14%
Franco arenoso + materia orgánica	29%	10%	19%
Franco	34%	12%	22%
Franco – arcilloso	30%	16%	14%
Arcilloso	38%	34%	14%
Arcilloso con buena estructura	50%	30%	20%

Uno de los principales problemas generales del sector agrícola es la disponibilidad del agua para riego, por lo que se vuelve necesario utilizarla de forma más eficiente y racional, utilizando tecnologías que permitan un mejor aprovechamiento de la misma (Navarro Caballero, 2010), para el caso del Oriente Ecuatoriano sobre todo es el drenaje. Para diseñar una adecuada programación de

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

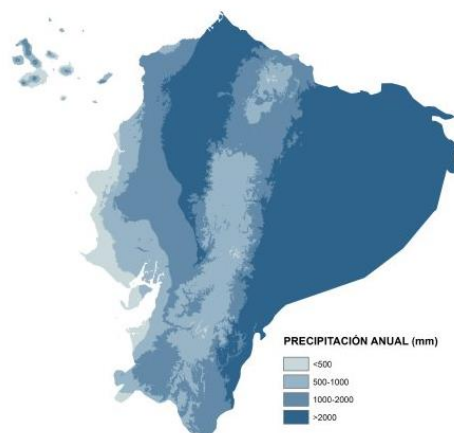
riegos, se debe determinar de forma precisa la cantidad de agua y el momento de aplicación con el objetivo de obtener la mayor eficiencia posible y evitar pérdida en la productividad, pérdida de agua por percolación o problemas de encharcamiento (Ferrándiz & Puerto, 2017).

Ferrándiz & Puerto, (2017) mencionan que conocer el estado hídrico del suelo permite establecer niveles máximos y mínimos en función del contenido de agua en el suelo, con el fin de alcanzar el volumen de agua necesario para las plantas. Según Enciso, Porter, & Pérllès, (2007) los métodos utilizados para medir el agua en el suelo se clasifican como directos e indirectos. El método directo se refiere al método gravimétrico, este método es el estándar contra el cual se calibran los métodos indirectos.

La región Oriental o Amazónica, también conocida como Oriente, se extiende desde la cordillera de los Andes orientales al oeste hasta la frontera con Colombia y Perú al este, con un área de ~120.000 Km². Se divide en alta Amazonía (> 1000 m de altura) y llanura Amazónica (< 1000 m de altura), ver imagen 2.

Se caracteriza por un clima tropical muy húmedo en toda la región durante todo el año, debido a la retención de humedad por los grandes bosques amazónicos. Las precipitaciones en esta región son constantes, con un ligero incremento entre marzo y julio y una disminución en agosto y enero como resultado del movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical. Las tormentas son muy comunes en la región. Se registra el máximo de precipitación (>4500 mm) de todo el país en la zona de Mera y Puyo, en la provincia de Pastaza.

Imagen 2.- Precipitación anual registrada en el Ecuador.



Fuente: WorldClim - Global Climate Data version 1.4

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Materiales y métodos

La metodología utilizada para la identificación de cuáles métodos de control de humedad se aplica o se deben aplicar, dentro de las fincas agropecuarias, la cual se realizó mediante encuesta, además de una investigación científica sobre el tipo de suelo, cultivos y métodos de control que se pueden implementar en las zonas del Oriente Ecuatoriano.

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz.

Se puede definir la encuesta, siguiendo a García, (1993), como “una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características”.

Las preguntas de la encuesta se muestran a continuación, estas preguntas fueron redactadas con el fin de identificar el método de control de humedad que se tiene en las fincas agrícolas, y de no tenerlo cuál desearían implementar, además de identificar cuál sería el inconveniente de implementar.

La pregunta número uno, ¿Desde qué Provincia/Cantón/Ciudad o Parroquia del Oriente realiza la encuesta?, identifica el sector en el cual se realizó la investigación.

¿Aplica métodos de control para saber la humedad del suelo?, esta segunda pregunta es clara y explícita con los que se desea identificar, y sus respuestas son cerradas pudiendo solo contestar sí o no, y así dar paso a la siguiente pregunta.

En la pregunta número tres, “De utilizar algún método de control de humedad ¿Cuál utiliza?, de no ser así colocar ninguno”, con esta pregunta identificamos las fincas agrícolas que ya implementan algún tipo de control y sabemos con seguridad cual es.

Para la pregunta cuatro y cinco, la respuesta depende de manera muy personal y técnica con que método de control, el agricultor desearía saber la humedad de su suelo, para estas preguntas las opciones que se le brindó al encuestado fueron en cuanto a los tipos de métodos de control fueron: método gravimétrico, tensiómetros, sondas de neutrones, sondas TDR, sondas FDR, métodos eléctricos en general, métodos de laboratorio, cámaras de presión, y ninguno si así fue la decisión del encuestado.

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

La última pregunta hace referencia a cuál sería el impedimento de no implementar métodos de control de humedad en sus cultivos, teniendo solo tres tipos de respuestas: falta de conocimiento para aplicarlo, financiamiento y tiempo.

Tipos de suelo

Los suelos amazónicos son pobres en nutrientes y poseen un bajo contenido nutricional (Moragas, 2008), la mayoría de los suelos de la región corresponde al orden Inceptisoles, estos suelos se caracterizan por poseer una baja fertilidad, alta acidez y toxicidad causadas por el aluminio, deficiencia de fósforo, calcio y potasio (Moragas, 2008), además de problemas físicos, estructura no definida y alta saturación de humedad, lo que provoca una gran acumulación de materia orgánica de baja calidad (Pérez, 2009). Sin embargo, en estos suelos crece una exuberante vegetación, lo que ha llegado a confundir a muchos, porque se asume, que debajo de esta vegetación existen suelos fértiles.

En la Amazonía ecuatoriana se puede encontrar una diversidad de suelos que se explica por la combinación que ocurre entre los materiales de partida y el clima; es así que podemos encontrar suelos de origen volcánico que se han formado en depósitos de cenizas y materiales volcánicos fragmentados, suelos que se forman cuando se cristaliza la arcilla y los que provienen de rocas sólidas (Maldonado, 2006). Así mismo, encontramos suelos menos fértiles que poseen bajos niveles de ceniza volcánica, buenas características físicas, altos niveles de aluminio y bajos contenidos de fósforo (Grijalva et al. 2004). Otra característica física que varía en los suelos de la región es la textura que se ha convertido en un condicionante de las actividades agropecuarias (Viteri, 2013). Un ejemplo, la textura de los suelos en la provincia de Pastaza es franco-arcillosa, predominando la fracción limosa, que hace que esta fracción obstruya los poros del suelo, disminuya el contenido de aire y limite la respiración de las plantas por las raíces (Pérez, 2009). Nieto y Caicedo (2012), mencionan que, la mayor parte de los suelos del oriente ecuatoriano pertenecen al orden de los Inceptisoles que poseen el carácter de poco asequeables para cultivos, debido a que los horizontes no se encuentran bien definidos; esas características hacen que los suelos sean frágiles presentando limitaciones para el uso agropecuario.

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Tipos de cultivos

Entre los cultivos principales que se pueden encontrar al centro – oriente de la provincia de Napo se debe citar a extensas zonas de cultivos de cacao -*Theobroma cacao*-, ya que el clima favorece al monocultivo de esta especie con altos rendimientos productivos y en consecuencia monetarios. De la misma manera se producen otros cultivos como maíz, yuca y plátano que también pueden ser expendidos por los productores. En la ciudad del Tena, por ejemplo, los cuales prefieren poner en las chacras diferentes cultivos conjuntamente con cacao. Al occidente de la provincia de Pastaza se dedican varias hectáreas al cultivo de caña de azúcar -*Saccharum officinarum*, ya que en esta zona es muy apetecido el jugo de caña y las melcochas que se expenden comúnmente. Otro de los cultivos es la Papa China o la Malanga, *Colocasia esculenta* ya que es un cultivo que se siembra y se desarrolla sin mayor mano de obra y se vende a los centros de acopio de la zona para que se exporte. Estos son los principales cultivos agrícolas en la zona y razón por la cual se talan los bosques. Al occidente de la provincia de Morona Santiago se dedican a la manufactura del té *Camellia sinensis* y una de sus ciudades Palora, expende este producto y otros como maíz *Zea mays*, fréjol *Phaseolus vulgaris*, yuca *Manihot esculenta*, papa china *Colocasia esculenta*, café *Coffea arabica* y cacao *Theobroma cacao*.

Métodos del control de humedad

Método gravimétrico. - Consiste en calcular la humedad gravimétrica existente en el suelo por diferencia de peso. Se obtiene una muestra de suelo en condiciones naturales y se pesa, después se seca en la estufa a 105 °C durante 24 horas, y se vuelve a pesar, obteniendo así el porcentaje de humedad en el suelo, es el más exacto para medir el contenido de humedad del suelo y resulta necesario para calibrar el equipo utilizado en los demás métodos. Sin embargo, no puede usarse para obtener un registro continuo de la humedad del suelo de un lugar determinado, porque es necesario extraer muestras del suelo para su análisis en el laboratorio, convirtiéndose en un método difícil de realizar de forma periódica y destructivo del suelo (Ferrándiz & Puerto, 2017).

Sondas de neutrones. - Este método se basa en la dispersión de neutrones en el suelo, mediante una sonda radiactiva que se introduce en el perfil del suelo, se emiten neutrones de alta energía, que chocan con los átomos de alrededor, los átomos de gran tamaño rebotan conservando la velocidad, pero los átomos de masa similar, se vuelven más lentos porque pierden la mitad de su energía inicial. Los neutrones desacelerados son aproximadamente iguales a los átomos de hidrogeno,

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

compuesto principal del agua. Ya que junto a la sonda se introduce un sensor que detecta el intercambio de los neutrones, podemos conocer el volumen de agua en el suelo con un margen de error muy pequeño. Pese a su precisión, necesita de calibración para cada tipo de suelo, su precio y la utilización de material radiactivo son sus desventajas frente a otros métodos (Ferrándiz & Puerto, 2017).

Tensiómetros. - El tensiómetro mide la tensión o la succión del agua del suelo, consiste en un tubo de plástico lleno de agua y herméticamente cerrado, equipado con un manómetro de vacío en la parte superior y una cápsula de cerámica porosa en el extremo inferior (Enciso et al., 2007). Su funcionamiento se basa en crear una columna de agua que interactúe con el suelo gracias a su punta cerámica porosa, cuando el suelo empieza a perder humedad, comienza a succionar agua del tensiómetro, provocando de esta manera una tensión que se puede medir gracias a que en el extremo de los tubos cilíndricos se coloca un manómetro, que mide el esfuerzo que las raíces realizan para extraer agua del suelo. Si se instalan tensiómetros a varias profundidades se puede conocer la dinámica del agua a través en el horizonte a esas profundidades (Ferrándiz & Puerto, 2017).

Sondas TDR. - Son métodos que a través de la constante dieléctrica o permitividad del suelo nos permiten conocer su contenido de humedad. Estos instrumentos se basan en la reflectometría del sistema aire-agua-suelo las sondas TDR (Time Domain Reflectometry) en la relación respecto al tiempo. Estas sondas obtienen el contenido de humedad del suelo en función del tiempo (Ferrándiz & Puerto, 2017), se basa en medir la constante dieléctrica del suelo a partir del tiempo de recorrido de un pulso electromagnético a lo largo de dos varillas de acero inoxidable. Es un método de alta precisión, sin embargo, presenta un alto costo. Su uso no está recomendado en suelos con alto contenido en materia orgánica y suelos de textura fina. Este tipo de sondas no suelen utilizarse con los programadores de riego comerciales. (Ruiz-Canales, Molina-Martínez, Cancela-Barrio, & Fandiño, 2009)

Sondas FDR. - La sonda de capacitancia FDR (Figura 3) está basada en la respuesta a cambios en la constante dieléctrica del medio (ϵ), usando una técnica de reflectometría de dominio de frecuencias a través de capacitores y osciladores de frecuencia variable, es de fácil operación, muy bajo mantenimiento y sencillez en la manipulación de datos. Una de sus principales desventajas es la necesidad de realizar calibraciones para su correcto funcionamiento, las cuales requieren tiempo, debido al elevado número de repeticiones que son necesarias con el fin de obtener un amplio rango de humedades (Dane, Topp, & Ferré, 2002).

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Este tipo de sistemas de medida tiene muchas ventajas respecto a otros métodos, como por ejemplo el obtener un gran número de medidas de forma continuada y sin afectar el perfil del suelo. Sin embargo, uno de sus inconvenientes es el escaso volumen de suelo al que vienen referidas las medidas, lo cual implica que pequeñas variaciones en el medio como la existencia de grietas o de piedras, pueden influir decisivamente en los valores obtenidos, por lo que requiere una cuidadosa instalación. Con este dispositivo es posible obtener, en tiempo real, el contenido de humedad en una ubicación determinada a diferentes profundidades y detectar las pérdidas de agua por percolación profunda fuera de la zona donde se encuentra la mayor parte del sistema radicular y las posibles discordancias entre el volumen de agua aplicada y el consumo del cultivo (Martí, Turégano, & González-Altozano, 2011).

Análisis y discusión de resultados

Como dice (Arabuko, 2018) los métodos más exactos suelen ser métodos de laboratorio, cámaras de presión, gravimetría etc. que determinan los puntos de marchitez, capacidad de campo etc, de una muestra de suelo homogeneizada. Estos métodos no dan los valores más exactos y de referencia, pero muchas veces necesitamos saber los valores aproximados casi en tiempo real, con el fin de actuar en consecuencia con nuestros cultivos.

Al finalizar la encuesta obtuvieron los siguientes resultados:

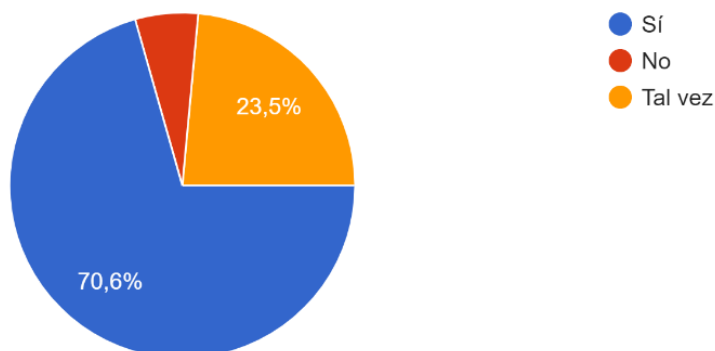
El 94.1% los agricultores no aplican ningún método de control, para identificar la humedad del suelo.

El 5.9% de los agricultores que sí aplican métodos de control a sus cultivos, lo realizan en su mayoría con sondas de neutrones (88.2%), y en un pequeño porcentaje (5.9%) se utiliza el método gravimétrico.

Para la cuarta interrogante realizada sobre si se desearían implementar algún tipo de control de humedad para sus cultivos (gráfico 1), esta obtuvo un 70.6% de aceptación, y un 23.5 % de inseguridad por parte de los agricultores, lo que quiere decir, que el valor de cuantos agricultores implemente algún tipo de control de humedad podría ser mayor.

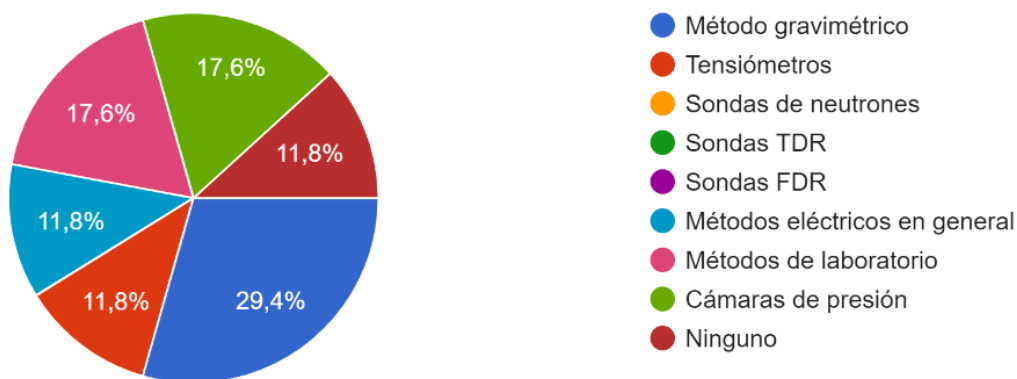
¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Gráfico 1.- Resultados de la pregunta número 4



En cuanto a ¿Cuál métodos de control de humedad utilizaría?, esta pregunta dio resultados de manera dispersa, debido a que existe de forma similar los métodos que estarían dispuestos utilizar e implementar dentro de sus cultivos. Entre los métodos el más sobresaliente, es el método gravimétrico con un 29.4% de aceptación, y le siguen métodos como el uso de cámaras de presión y métodos de laboratorio.

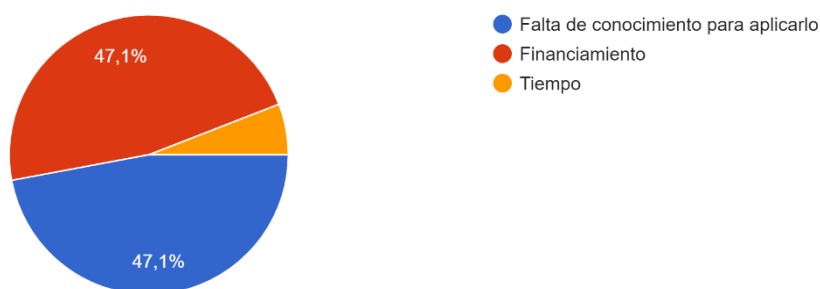
Gráfico 2.- Resultados de la pregunta número 5



Y por último para ayudar a identificar el problema o razón. Por la cual la mayoría de los agricultores no tienen un control de humedad o no desearían tenerlos, se realizó la siguiente interrogante; ¿Cuál sería su impedimento de no colocar métodos de control de humedad en sus cultivos? De la cual se obtuvo, que tanto el financiamiento (47.1%) con el que se debe contar sea el necesario para al implantar cualquier método, y la falta de conocimiento para aplicarlo (47.1 %), son las fuentes principales de no contar con un método de control de humedad.

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

Gráfico 3.- Resultados de la pregunta número 6



La Amazonía Ecuatoriana tiene como principal tipo de suelo los ferralsoles, lo que los hace presentar una muy baja fertilidad. Los suelos se encuentran muy lixiviados debido a las altas precipitaciones anuales, por ello es necesario la implementación de al menos un tipo de control de humedad en los cultivos.

Conclusiones

Las precipitaciones en la Región Amazónica - Oriente son muy comunes, al año se presentan una media aproximada de 2000 mm, es por ello que se debe mantener un control de humedad dentro de las mismas.

Los medidores de humedad actuales son capaces de determinar en segundos, los valores de capacidad de campo (Field capacity) y Punto de marchitez (Wilting point), el más recomendado para la zona serían los métodos por sondas FDR, el cual muestra una alta eficiencia para todas las clases texturales evaluadas siendo menor en los suelos con mayor contenido de partículas finas, los métodos gravimétricos provocan destrucción a la larga al suelo, al igual que los métodos de laboratorio. El uso del tensiómetro por el tipo de suelo que se tiene no es recomendado.

Las decisiones tomadas por los agricultores deben basarse en el tipo de suelo que mantengan en sus cultivos, además de ir de la mano de una buena utilización del método de control, y el valor que se desee invertir en ello.

Referencias

1. Arabuko, N. (28 de mayo de 2018). Humedad del suelo. Cómo se comporta y su importancia. Gruposacsa. <https://www.gruposacsa.com.mx/humedad-del-suelo-se-comporta-importancia/>

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

2. Baldock, J. W. (1982). Geología del Ecuador. Boletín del Mapa Geológico de la República del Ecuador. Dir. Geología y Minas. Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos. Quito
3. Barlowe, R. (1965). Economía de la Utilización de los suelos. México DF. Editorial Herrero SA.
4. Black, C. A., & Gardner, W. H. (1965). Water Content. In Washintong State University (Ed.), Methods of Soil Analysis. Washington. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.1.c7>
5. Cedeño, J., Donoso, M. C. 2010. Atlas pluviométrico del Ecuador. Programa hidrológico internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe 21: 1–86. Guayaquil, Ecuador.
6. Dane, J. H., Topp, C. G., & Ferré, P. (2002). Water Content. In Methods of Soil Analysis: Part 4 Physical Methods (pp. 417–545). American Society of Agronomy. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.4.c19>
7. Enciso, J. M., Porter, D., & Pélès, X. (2007). Uso de sensores de humedad para eficientizar el riego. Retrieved from http://oaktrust.library.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87470/pdf_2437.pdf
8. FAO. (2017). Propiedades Físicas del Suelo. Retrieved June 2, 2019, from <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedadesfisicas/es/>
9. FAO. (2018). TEXTURA DEL SUELO. Retrieved June 3, 2019, from http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm
10. Ferrándiz, J., & Puerto, H. (2017). Estudio del manejo del agua de riego mediante sensores de humedad. Elche: Universida Miguel Hernández de Elche.
11. Flores, L., & Alcalá, J. (2010). Manual de procedimientos analíticos. Retrieved from <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL DEL LABORATORIO DE FISICA DE SUELOS1.pdf>
12. García M, Alvira F. El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1993; p. 141-70.
13. García, I., Jiménez, J., Muriel, J., Perea, F., & Vanderlinden, Y. (2005). Evaluación de sondas de capacitancia para el seguimiento de la humedad de un suelo arcilloso bajo distintas condiciones y tipos de manejo. Estudios de La Zona No Saturada Del Suelo, VII, 101–107. Retrieved from

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

https://abe.ufl.edu/Faculty/Carpena/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v7/c101-107.pdf

14. Grijalva, G; Arévalo, V; Wood, C. 2004. Expansión y trayectorias de la ganadería en la Amazonía. Quito, Ecuador, Editorial Tecnigrava. 185 p.
15. Guevara, L. (2018). Evaluación de la humedad del suelo por medio de la sonda de reflectometría magnética (FDR) en el cultivo de banano. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13259>
16. Lanfranco, J., Pellegrini, A., & Cattani, V. (2014). Génesis, evolución y propiedades físico-químicas del suelo. La Plata: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Retrieved from <https://basesdedatos.utmachala.edu.ec:2136/lib/utmachalasp/reader.action?docID=4499393&query=HUMEDAD%2Bdel%2Bsuelo%2B>
17. Maldonado, F. 2006. Proyecto de manejo integrado y sostenible de recursos hídricos transfronterizos en la cuenca del río amazonas (en línea). Quito, Ecuador. 144 p. Informe Final. Disponible en <http://iwlearn.net/iw-projects/2364/reports/amazon-basin-vision/RelatorioFinalFaustoMadonaldoVisaoEcuador.pdf>
18. Martí, P., Turégano, J., & González-Altozano, P. (2011). Utilización de las sondas FDR como herramienta de apoyo para la gestión del Riego. In XXIX Congreso Nacional de Riegos. Córdoba. Retrieved from <http://www.agroes.es/agricultura/agua-riegosregadios/849-utilizacion-de-las-sondas-fdr-como-herramienta-de-apoyo-para-lagestion-del-riego>
19. Moragas Valencia, F. 11 nov. 2008. Suelo amazónico (en línea, blog). Disponible en <http://flor-amazonas.blogspot.com/2008/04/suelo-amaznico.html>
20. López, M., & Estrada, H. (2015). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Bioagrociencias*, 8(1), 3–11.
21. Reyna, T., Reyna, S., Lábaque, M., Fulginiti, C. R., & Linares, J. (2014). Importancia de la determinación de la humedad en estudios de infiltración y escorrentía superficial para períodos largos. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445–458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
22. Ruiz, N. (n.d.). Sondas FDR para la medida de la humedad del suelo. Andalucía: Consejería de agricultura y pesca.

¿Qué método aplicar para el control de humedad en fincas dedicadas a la agricultura en el oriente ecuatoriano?

23. Sandoval Estrada, M., Dörner Fernández, J., Seguel Seguel, O., Cuevas Becerra, J., & Rivera Salazar, D. (2012). Métodos de análisis físico de suelos. Publicaciones Departamento de Suelos y Recursos Naturales, 5, 80
24. Shaxson, F., & Barber, R. (2005). Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal: el significado de la porosidad del suelo. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y4690s/y4690s00.htm#Contents>
25. Viteri, O. 2013. Evaluación de la sostenibilidad de los cultivos de café y cacao en las provincias de Orellana y Sucumbíos: conservación y la explotación (en línea). Tesis Doctoral. Quito, Ecuador, ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental); Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en repositorio.educacionsuperior.gob.ec/.../1/T-SENESCYT-000361.pdf