

RECIBIDO EL 21 DE JUNIO DE 2017 - ACEPTADO EL 21 DE JUNIO DE 2017

# ESTRUCTURA TEÓRICA EN TORNO AL SISTEMA MICROCONTROLADO DE RIEGO POR GOTEO

**Jorge Luis González**

jorgegonzalez@uniguajira.edu.co

**Diana Lucía Mendoza Garces**

dianamendoza@uniguajira.edu.co

**Jose Alfonso Yaguna Nuñez**

joseyaguna@uniguajira.edu.co

**Elkin Tobias Guerra Herrera**

etobiasguerra@uniguajira.edu.co

Universidad de La Guajira

## RESUMEN

El presente artículo, inherente al área temática Automatización de Procesos, con base en los métodos de tecnología e innovación agropecuaria, expone la propuesta de una estructura teórica en torno al sistema microcontrolado de riego por goteo. Se mantiene que el sistema microcontrolado de riego por goteo de los procesos es la sustitución de tareas tradicionalmente manuales realizadas de manera automática por máquinas, robots o cualquier otro tipo de automatismo. De esa forma, el sistema microcontrolado de riego por goteo tiene ventajas muy evidentes en los procesos industriales, entre estas se pueden

enunciar: (a) Se mejora en costes, tanto en servicio, como en calidad; (b) El trabajo es más rápido, no necesitando de una cantidad determinada de operarios, que antes eran necesarios, entre otras. Metodológicamente, fue una investigación de tipo proyectiva, y según su nivel, se clasificó en: observacional y de campo; así mismo, se encontró dentro del diseño documental – descriptivo. Bajo esas premisas, el modelo matemático estuvo ligado al fenómeno físico generado en un invernadero. La tarea de regulación de la temperatura y humedad relativa del interior del mismo mediante técnicas de control clásico se dificultó, por lo que la hibridación del control difuso con la linealización vía retroalimentación de estados representó

una herramienta útil para la solución de este problema: el controlador climático. Asimismo, se obtuvo que mediante la simulación los datos concordaron aceptablemente con los resultados obtenidos mediante otros algoritmos de control.

**Palabras Claves:** Automatización, plántulas de tomate, invernaderos, temperatura, humedad.

## THEORETICAL STRUCTURE AROUND THE CONTROLLER OF DRIP IRRIGATION SYSTEM

### ASBTRAC

The present study sought to propose a theoretical structure around the controller of irrigation system drip, finding such a study in the subject area: automation of processes, based on the methods of agricultural innovation and technology. Therefore, is that the system processes drip irrigation controller is the substitution of traditionally manual tasks they performed automatically by machines, robots or any other type of automation. Thus, the controller of drip irrigation system has very obvious advantages in industrial processes, among which can be formulated: (a) improvement in costs, both in service and quality; (b) the work is faster, without the need of a certain number of workers, which were previously required, among others. Methodologically, it was an investigation into projective type, and depending on its level, the research was classified, observational and field; also found within the document design - descriptive. Under these premises, on the basis that the mathematical model was linked to the physical phenomenon produced in a greenhouse, the task of regulating the temperature and humidity of the interior according to classical control techniques is difficult, by the hybridization of the fuzzy control with the linearization via feedback from States, represented a useful tool for the solution of this problem the climate controller. Also, was obtained through the simulation, data agreed

acceptably with the results considering using other control algorithms.

**Key words:** Automation, seedlings of tomato, greenhouse, temperature, humidity.

## ESTRUCTURA TEORICA EN TORNO AL SISTEMA MICROCONTROLADO DE RIEGO POR GOTEO

### INTRODUCCIÓN

La constante necesidad del hombre de mejorar procesos, reducir tiempo y costos, ha logrado avances importantes en materia tecnológica, como se aprecia en sistemas de sistema microcontrolado de riego por goteo, control, sistemas de comunicación y transmisión de datos. De esa forma, a través de la aplicación de las nuevas tecnologías electrónicas desarrolladas en los últimos tiempos, es posible contar con una solución que permita el sistema microcontrolado de riego por goteo de sistemas de control, y permitir el manejo de la información de manera rápida y almacenable.

En ese sentido, se tiene que el alto desarrollo industrial y la evolución de la tecnología han llevado a las empresas a plantearse nuevos enfoques para proyectarse en el mercado competitivo de manera que puedan maximizar sus recursos y satisfacer las necesidades de los usuarios. Para lograr este propósito el uso de la informática se presenta como la mejor alternativa con que las organizaciones cuentan, siendo considerada como una herramienta administrativa indirecta y de reducción de los costos de los procesos existentes. De allí que en el tema de sistemas de información aparece la gente habla acerca de "traer" los sistemas más cerca del negocio, modificar el enfoque puramente tecnológico a uno de más énfasis a las necesidades de todo el negocio, donde se tiene que las computadoras y las comunicaciones pueden utilizarse para cubrirlas.

Así, en el mundo competitivo de los negocios

de hoy las empresas requieren mantener un enfoque centrado tanto en sus productos como en sus clientes. Para tal fin se precisa una tecnología que aproveche al máximo el sistema microcontrolado de riego por goteo, haciendo más eficientes los controles de los procesos administrativos.

Como caso específico en Colombia el campesino, al sembrar las semillas y cuando éstas germinan eligen las mejores plantas para trasplantarlas al campo, perdiéndose en diversas oportunidades algunas plantas dado que la cantidad de agua suministrada no es regulable, como tampoco la cantidad de fertilizante necesario, afectando éstos factores la cantidad de elementos de absorción.

Todos estos problemas causan un desperdicio de insumos. Además, no se sabe con certeza la cantidad del componente aplicado, logrando un alto costo en la aplicación de agua, de electricidad, así como también de mano de obra en la asistencia de la planta, aumentando los costos de producción, y por ende de la mano de obra, insumos, entre otros

Fue implementado tanto en la infraestructura como en el proceso medios automatizados que aseguren el buen manejo y uso seguro de los insumos agrícolas con el fin de preservar el medio ambiente, evitando de este modo el uso indiscriminado de productos químicos. De esa forma se tiene que el tomate es una de las hortalizas preferidas por todas las cadenas de almacenes o mercados de los vegetales en el país. En ese sentido, se tiene que la formulación de modelos climáticos permite predecir el comportamiento de las diferentes variables que integran el agrosistema de la producción de plántulas de cultivo de ají.

En este orden de ideas, en cuanto se automatiza el proceso del vivero se consumirá el agua necesaria para las plantas, se le proporcionará el fertilizante que las plantas

que requieran, se controlará la temperatura necesaria, y se disminuirá la mano de obra ya que el operador trabajaría de su zona de control. Así, el sistema microcontrolado de riego por goteo es el proceso que determina a través de unos captadores de señales propiedades física alrededor de la planta para permitir suministrarle los recursos hídricos, fertilizante, humedad relativa, al igual que su temperatura necesaria para alimentar de manera eficiente el cultivo de ají.

### **SISTEMA MICROCONTROLADO DE RIEGO POR GOTEO**

Un Sistema microcontrolado de riego por goteo según Sblano (2011) constituye una tecnología impresionante que se desarrolló hace décadas. Hoy en día es común ver esta tecnología utilizada en campos agrícolas, invernaderos, jardines residenciales y hasta en procesos industriales. Últimamente, el riego por goteo ha ganado mucha popularidad ya que se le considera a esta tecnología como una herramienta relevante para salvaguardar la calidad y regular el consumo de agua. A continuación proporcionaremos información útil a la hora de seleccionar los componentes de un sistema de riego, además de las prácticas a seguir para que el sistema sea operado inteligentemente.

Ahora bien, el ají procede de las zonas comprendidas entre el Sur de los Estados Unidos y Colombia. Sus hallazgos arqueológicos en Tehuacán, Centro de México, datan de 6,500 a 5,000 años antes de Cristo. Fue la primera especie que encontraron los españoles en América, y en las regiones agrícolas más avanzadas, México y Perú, su uso era más intenso y variado.

El sur de Europa y Estado Unidos ocupan el primer lugar en producción de pimientos o ajíes dulces. Europa figura en primer término en semipicantes para la elaboración de paprika, y los Estados Unidos para tabasco. En la

actualidad, el ají se cultiva en casi todas las regiones del globo terráqueo bajo la forma de ají o pimiento dulce y picante, teniendo el primero mayor importancia económica

### PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para Dimitri (2010), el ají es una planta herbácea perenne, cultivada como anual, sensible al frío. Las variedades precoces (las que florecen y fructifican más rápido) suelen alcanzar una longitud de 1,2 m; las tardías, en cambio, casi siempre son más grandes y llegan a los 2,5m de longitud. El hábito de crecimiento es muy diverso, cuando jóvenes todas las plantas son erguidas y en estado adulto son semierguidas o decumbentes. Esto es, el tallo no es lo suficientemente rígido como para soportar el peso de las hojas, ramas secundarias y frutos por lo que necesita de otra planta o alguna estructura para sostenerse. Por esta razón, es común ver las diversas estructuras (tutores o espalderas) que coloca el agricultor en los cultivos de ajis, para que la planta se pueda sostener. El tallo es anguloso, pubescente, con algunos pelos glandulares; al principio su consistencia es herbácea y en estado adulto es leñoso. La ramificación del tallo es simpodial, es decir, las yemas axilares desarrollan ejes sucesivos, mientras que las yemas terminales producen flores o abortan.

De esa manera, según Sarli (2009) las ramitas que se originan en las yemas axilares dan hojas en todos los nudos, las cuales terminan también en una inflorescencia. Así, el sistema radicular es pivotante, muy denso, igualmente es ramificado en los treinta primeros centímetros. Las hojas son alternas, bipinatisectas y pecioladas, con una longitud de 10 a 25 cm. El borde de los segmentos foliares es dentado.

Así, las flores son hermafroditas, actinomorfas y péndulas, de 1 a 2 cm de largo, siendo éstas de color amarillo brillante. En las especies silvestres de ají la flor es pentámera, mientras que en

los ajís cultivados el número de segmentos de cada ciclo es muy variable, algunas de las variaciones estando asociadas a un gen que produce faciación. De allí que el cáliz está formado por 5 a 10 segmentos, lineales a lanceolados, persistentes y acrescentes en el fruto. La corola es amarilla, rotada, con el tubo corto, dividida en 5 o más lóbulos, con numerosos pelos glandulares en la cara dorsal, cinco o más estambres adheridos al tubo de la corola, de filamentos tanto cortos, como anteras conniventes, dehiscentes por hendiduras longitudinales. Por su lado, el pistilo es único, formado por la unión de 5 o 6 carpelos.

El ovario es bilocular (si bien existen hasta 10 lóculos en ciertas variedades cultivadas) con la placenta central carnosa. Los pedicelos presentan un pequeño estrangulamiento en la parte media que corresponde a la zona de abscisión. Las flores se disponen en cimas axilares paucifloras, cada una de las cuales lleva normalmente de 5 a 6 flores, pero a veces hasta 30. En ese sentido, el ají de la variedad "corazón de buey" visto desde arriba, desde abajo y en corte transversal.

Se pueden observar los 10 lóculos, la placenta en cada uno de ellos y las semillas adheridas a tales placentas. Así, el fruto es una baya jugosa (el jiaji propiamente dicho), de forma generalmente sub-esférica, globosa o alargada, siendo habitualmente, de unos 8 centímetros de diámetro. Inmaduro, el fruto es del todo verde cuando madura, tomando generalmente un color rojo intenso, pero también se encuentra en tonos anaranjados.

Desde el punto de vista de la maduración, se clasifica al ají como un fruto climatérico. El etileno es el principal responsable de la iniciación y coordinación de ese proceso. En las especies silvestres del ají, el fruto es bilocular, mientras que en las variedades cultivadas es bilocular o multi-locular, siendo lo más frecuente 5 a 9 lóculos. En la epidermis de los frutos se

desarrollan pelos y glándulas que desaparecen cuando aquéllos llegan a la madurez.

En los momentos críticos, durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente. Debe ir acorde con la temperatura: En momentos de menor iluminación, la temperatura de la fertilización debe ser más baja. En momentos de mayor iluminación, la temperatura debe ser más alta. Desequilibrios entre temperatura e iluminación, favorecen la aparición de racimos dobles y problemas en la polinización que conllevan o caída de flores o frutos mal cuajados.

### **SISTEMA MICROCONTROLADO DE RIEGO POR GOTEO**

Para Weiser (2007), el control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa. El uso intensivo de las técnicas del control automático de procesos tiene como origen la evolución de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial. Tanto su estudio, como aplicación ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas, así como también beneficios asociados al ámbito industrial, que es donde tiene una de sus mayores aplicaciones debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, sumado esto a la creciente complejidad de los sistemas.

En esta vía, el sistema microcontrolado de riego por goteo de los procesos se usa fundamentalmente porque reduce el coste asociado a la generación tanto de bienes, como de servicios e incrementa la calidad, así como volúmenes de producción de una planta industrial, entre otros beneficios asociados con su aplicación. En ese sentido, la eliminación de errores y un aumento en la seguridad de los procesos es otra contribución del uso, igualmente de la aplicación de esta técnica de control.

El principio de todo sistema microcontrolado automático es la aplicación del concepto de realimentación (medición tomada desde el proceso que entrega información del estado actual de la variable que se desea controlar) cuya característica especial es la de mantener al controlador central informado del estado de las variables para generar acciones correctivas cuando así sea necesario.

### **MODELAJE MATEMÁTICO**

Un modelo matemático es una descripción, en lenguaje matemático, de un objeto que existe en un universo no-matemático. Están familiarizados con las previsiones del tiempo, las cuales se basan en un modelo matemático meteorológico. La mayoría de las aplicaciones de cálculo (por ejemplo: problemas de máximos y mínimos) implican modelos matemáticos.

En términos generales, en todo modelo matemático se pueden determinar tres fases:

1. Construcción del modelo. Transformación del objeto nomatemático en lenguaje matemático.
2. Análisis del modelo. Estudio del modelo matemático.
3. Interpretación del análisis matemático. Aplicación de los resultados del estudio matemático al objeto inicial no-matemático.

De esa forma el éxito o fracaso de estos modelos es un reflejo de la precisión con que dicho modelo matemático representa al objeto inicial y no de la exactitud con que las matemáticas analizan el modelo. Algunos modelos son buenos para algunas cosas y malos para otras. Por ejemplo, el modelo matemático de la mecánica newtoniana puede, hoy en día, usarse para predecir muchos sucesos con precisión a pesar de que la teoría de la relatividad de Einstein (otro modelo matemático), describe que éste es inexacto.

## METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la determinación del tipo de investigación como su diseño, también contiene la sistematización desde el orden científico, es decir se describen las técnicas e instrumentos aplicados para la medición del comportamiento de las variables, la delimitación de la población, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la validez como la confiabilidad del instrumento, el tratamiento estadístico de los datos, y el procedimiento de la investigación, se presenta a continuación:

Del mismo modo, dadas las características que anteceden a este capítulo se considera de carácter descriptivo, debido a que el mismo se orientará a recolectar información relacionada con el estado real de las personas, y fenómenos tal cual como se presentan en el contexto de las universidades públicas del departamento del César, por lo tanto, la investigación se enmarcó dentro de una investigación tipo descriptiva.

En este sentido, Hernández y otros (2006) señalan que la investigación que busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis, es una investigación descriptiva. Según estos autores, en un estudio descriptivo se seleccionan una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga.

El término diseño se refiere al plan o materia concebida para obtener información que se desea. Albert (2006), plantea el que diseño es definido como el plan o estrategias que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación. Según Pérez, (1997) El diseño de la investigación es un esquema general del trabajo necesario para comprobar la hipótesis o en general medir variable.

El mismo autor expresa que un estudio no experimental es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones. En este tipo de estudio expos-facto, los sujetos o los fenómenos son observados en su ambiente natural, y su principal característica es que ya pertenecían a un grupo o nivel determinado de la variable independiente por autoselección, las cuales ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, al igual que sus efectos.

## A MODO DE CONCLUSIÓN

Sistema microcontrolado de primer orden

Ogata (2006) señala que el objetivo de un sistema microcontrolado es de gobernar la respuesta en una planta sin que el operador intervenga directamente sobre los elementos de salida. Dicho operador manipula únicamente las magnitudes denominadas de consigna y el sistema microcontrolado se encarga de gobernar dicha salida a través del accionamiento de los elementos finales de control.

En ese sentido, el conjunto de sistemas de control y accionamiento se limitaría a ser un convertidor amplificador de potencia que ejecuta las órdenes dadas a través de las magnitudes de consigna. Este tipo de sistema de control se denomina en lazo abierto por el hecho de que no recibe ningún tipo de información del comportamiento de la planta.

Lo habitual, sin embargo, es que el sistema microcontrolado se encargue de la toma de ciertas decisiones ante determinados comportamientos de la planta, hablándose entonces de sistemas automáticos de control. Para ello se requiere la existencia de algunos sensores que detectan el comportamiento del vivero y de unas interfaces para adaptar las señales de los sensores a las entradas del sistema microcontrolado.

**BIBLIOGRAFIA**

Huidobro, José, Redes y **Telecomunicaciones varias**, segunda edición, editorial Rama, España, 2010, volumen uno.

Caicedo, M. Jaime (2015). **Aleopatía. Agricultura ecológica.** Editorial Terranova. Bogotá-Colombia.

Corporación Colombia Internacional (CCI, 2015), **Acuerdo de Competitividad en la Cadena de Hortalizas.** Revista N° 34. Bogotá-Colombia.

De Suárez y Mujica (2011). Metodología de la investigación. Editorial Mc. Graw Hill. México.

Valencia García, Galo Manuel. (2015). **Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el cultivo de maíz (Zea Mayz L.) Vía riego por goteo, utilizando dos fuentes de fertilizante.** Tesis de Grado de Maestría. Universidad de Guayaquil-Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/>. Consulta: 04/04/2016.

Vargas, José Gabriel y Escobar, Nelys. (2015). **Consideraciones técnicas para el diseño de sistemas de riego por goteo de baja presión asistido por la aplicación "RILO" V-4.27.** Artículo Científico. Revista ISSN 100-107; Unellez de Ciencia. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela y Tecnología. Disponible: <http://app.vpa.unellez.edu.ve>. Consulta: 04/04/2016.