



TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

“MODELO DE PREDICCIÓN BASADO INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA DE LA NARANJA”

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA

ROGELIO CÁRCAMO SAN MARTÍN

DIRECTOR DE TESIS

GERMÁN DOMÍNGUEZ CARRILLO

CO- DIRECTOR DE TESIS

LORENA DÍAZ ARANDA

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud al M.I.I. Germán Domínguez Carrillo, mi supervisor. Su conocimiento, compasión y paciencia mejoraron mi camino en un camino de investigación intenso pero fructífero. Su fe inquebrantable en mis talentos y su entrenamiento persistente me han permitido alcanzar alturas que nunca pensé que fueran posibles. Nunca podré agradecerle lo suficiente por su ayuda esencial en este viaje.

No puedo expresar lo agradecido que estoy con mis padres por su amor inquebrantable y su apoyo emocional. Su fe en mí, incluso durante las circunstancias más difíciles, sienta las bases para este logro. Además, agradezco a mis abuelos por estar siempre ahí para mí en momentos de necesidad y a mi hermana por siempre tomarse el tiempo para escucharme, alentarme y tomarse su tiempo. Cada uno de ellos Sin ustedes, esto no sería posible. Comencé este camino académico por su amor y compromiso.

Al Instituto Tecnológico Superior De Álamo Temapache, me gustaría agradecerles por permitirme crecer en mi trabajo. Mi agradecimiento especial va para mi departamento de ingeniería industrial por su inquebrantable ayuda. El éxito de esta tesis se debió en gran medida a su disposición para ayudarme y a su fe en mis talentos.

RESUMEN

El conocimiento de las plagas de los cítricos es nuestro primer y más valioso aliado en la lucha contra ellas. Para evitar que los síntomas se propaguen, es importante identificarlos tempranamente e implementar las mejores prácticas. Se necesitan pesticidas específicos para matar ácaros para ayudar a prevenir y controlar su propagación, lo que puede tener graves consecuencias económicas para los productores de cítricos cuando se utiliza el pesticida acetamiprit en función del peso. El modo de acción de este insecto es a través del contacto y alimentándose de diferentes tipos de insectos, principalmente Hemíptera, Lepidóptera, Díptera y Coleóptera. Se utiliza tanto para cultivos en el suelo como en invernaderos y cambia la función del sistema nervioso. También hay actividades. El crecimiento de la mayoría de las plantas depende de 16 factores. Pueden alimentarse sintetizando sus alimentos a partir de minerales que se encuentran en el suelo, el aire y el agua. Sin embargo, cuando sembramos o cultivamos plantas muchas veces en el mismo suelo, la calidad de las plantas disminuirá. Por eso necesitamos fertilizantes para alimentar a las plantas y restaurar sus propiedades. Para que vivan, crezcan, florezcan y se reproduzcan, la combinación de estos nutrientes debe ser la adecuada. Tanto el exceso como la deficiencia de nutrientes en las plantas pueden tener efectos negativos, limitantes y perjudiciales.

Palabras clave: Red neuronal artificial, Plaga, Variable, Base de datos, Rendimiento Vivero, Semillero, Diseño de plantación, Riego y Matlab.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN.....	i
CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
Introducción	viii
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Descripción de la organización	1
1.4 planteamiento de la Problemática	3
1.5 Objetivo	4
1.5.1 objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Hipótesis	4
1.7 justificación	5
CAPITULO II MARCO TEORICO	5
2.1 MARCAO CONCEPTUAL	5
GENERALIDADES DEL CULTIVO	5
2.4 ÁREAS POTENCIALES	8
2.4.1 Semillero.	9
2.4.2 Vivero	9
2.5 Diseño de plantación	9
2.6 Abonado o Fertilización	10
2.7 Otras consideraciones:	11
2.8 Riego	11
2.9 Poda	12
2.10 Los cuatro (4) tipos de podas:	12
2.11 Plagas.....	13
2.11.1 Bachacos	13
2.11.2 Hormigas	13
2.11.3 Áfidos	13
2.11.4	14
2.11.5 Mosca blanca	15
2.12 Enfermedades.....	16
2.12.2 Gomosis	17

2.12.3	Viral citrus tristeza (CTV) Virus de tristeza en cítricos(CTV)	19
2.13	Recolección y cosecha tras la recolección.....	20
2.13.2	Caída y cuajado de frutos	21
2.13.3	Calidad de los frutos	21
2.13.4	Formas de Cosechar	22
2.13.5	Factores de calidad	22
2.13.6	Colorida en la corteza	22
2.13.7	Contenido de azúcar	23
2.13.8	Contenido de ácidos	23
2.13.9	Relación de sólidos solubles totales a acidez (SST/Acidez).....	23
2.13.10	Tamaño de la naranja	23
2.13.11	Otros factores de calidad.....	24
2.13.12	Empaque	24
2.13.13	Utilización.....	24
2.13.14	INSTRUMENTO DE RECOLLECCION DE DATOS.....	25
2.13.15	Entrevista.	25
2.13.16	Tipos de entrevistas.....	25
2.13.8	Entrevista no estructurada o abierta.	25
2.13.9	Entrevista similitud estructurada	26
2.13.10	Momento de valoración.	27
2.13.11	Matlab	29
2.13.12	Red neuronal.....	29
2.13.13	Arquitectura de la red neuronal.....	31
2.13.14	Normalización de datos.....	33
2.13.15	Análisis de residuales.	33
2.13.16	Gráfico de dispersión.....	33
2.13.17	Coefficiente de determinación, R ²	35
2.13.18	Estado del arte.....	35
CAPITULO III	DESARROLLO	38
3.1	Metodología.....	38
3.2	Delimitación del problema.....	39
3.3	Recolección y análisis de la información.....	40
3.3.1	Entrevista y prueba piloto.....	42

3.4	Análisis de la información y creación de la base de datos.	45
3.5	Variables cualitativas y cuantitativas recabadas directamente.	46
3.5.1	Requerimientos nutricionales	51
3.5.2	Hierro	53
3.5.3	Falta de capacidad:	53
3.6	Fertilización	54
3.7	Fuentes de fertilizantes	55
3.8	Dosis de nutrientes	55
3.9	Contenido final de la base de datos	56
3.10	Creación y configuración de la red neuronal	57
3.11	Red neuronal en Matlab.	58
3.12	Creación y configuración de la red.	59
3.13	Introducción de datos y normalización de entradas y salidas.	59
	Configuración de la red.	62
3.15	Entrenamiento sobre la red.	65
3.16	Simulación de la red para la predicción, Matlab	67
CAPITULO IV	RESULTADOS.	70
4.1	Entrenamientos de red favorable.	70
4.2	Validación y manipulación de la red	72
4.3	MODELO NPK EN LOS CITRICOS	74
CAPITULO V	CONCLUSIONES.	81
5.1	Discusión	82
COMPETENCIAS	DESARROLLADAS.	82
FUENTE	BIBLIOGRAFICO	84

INDICE DE FIGURAS

I.	Figura 1.1 instituto tecnológico superior de álamo temapache campus Xoyotitla.....	1
II.	Figura II-I características botánicas	6
III.	Figura II-2 Localidad de higueral.....	8
IV.	Figura II-3 ubicación con el software Google maps.....	8
V.	Figura II – 4 Imagen elaboración propia	8
VI.	Figura II-5 imagen elaboración propia.....	8
VII.	Figura II-6 Imagen fertilización de naranjo.....	10
VIII.	Figura II-7 Imagen de poda elaboración propia.....	12
IX.	Figura II-2 Bachacos rojos.....	13
X.	Figura II-8 Hormigas.....	13
XI.	Figura II-9 Áfidos negro del naranjo	14
XII.	Figura II-10 Cochinilla en el Naranjo.....	15
XIII.	Figura I-11 mosca blanca	15
XIV.	Figura II-11 Nematodo de los cítricos o (seca palo)	16
XV.	Figura II-12 Gomosis	19
XVI.	Figura II-13 Virus de la tristeza de los cítricos o CTV	20
XVII.	Figura II-14 composición básica de red neuronal.....	31
XVIII.	Figura II-14 correlación entre las variables Y y X.....	34
XIX.	Figura III-1 metodología planteada elaboración propia	38
XX.	Figura III-2 Limitaciones en el cultivo de cítricos.....	39
XXI.	Figura III-5 lugares entrevistados	45
XXII.	Figura III-7 altitud de la zona de las encuestas.....	47
XXIII.	Fuente: Google mapas.....	47
XXIV.	Figura 1-III. Típica deficiencia de Zn en hojas de naranja.	53
XXV.	Figura III-8 proceso de red neuronal	59
XXVI.	figura III-8 introducción de datos en Matlab 2018.....	60
XXVII.	figura III-9 Ventana de nntool en Matlab 2018	61
XXVIII.	figura III-10 Importación de datos en Matlab 2018.....	62
XXIX.	figura III-11 Configuración de la red neuronal en Matlab 2018	62
XXX.	figura III-12 red neuronal MGPKS Y red de rendimiento esperado en Matlab 2018	64
XXXI.	figura III-12 red neuronal MGPKS Y red de rendimiento esperado en Matlab 2018	64
XXXII.	Figura III-13 Selección e identificación de entradas y salidas en Matlab 2018	66

XXXIII.	Figura III-14 Neural network training en Matlab 2018.....	67
XXXIV.	Figura III-15 simulación en Matlab 2018	68
XXXV.	Figura IV-16 coeficiente de correlación de red NPK en Matlab 2018	71
XXXVI.	Figura IV-17 coeficiente de correlación del rendimiento en Matlab 2018.....	72
XXXVII.	Figura IV-18 parámetro de aceptación de la red NPK en Matlab 2018	73
XXXVIII.	Figura IV-19 validación del uso de la red NPK en Matlab 2018	74
XXXIX.	Figura IV-20 validación del uso de la red de rendimiento en Matlab 2018.....	74
I.	Figura IV-21. Dispersión Nitrógeno (N)	76
XL.	Figura IV-22 grafica de dispersión con valores reales de los datos recopilados en Matlab 2018	77
XLI.	Figura IV-23 grafica de dispersión con valores de predicción y real de los datos recopilados en Matlab 2018	78
XLII.	Figura XV-24 Grafica de rendimiento es pareado sobre los datos reales , de predicción y residuo.....	79

INDICE DE TABLAS

XVI.	Tabla 1.1 uso de suelo y vegetación.....	2
XVII.	Tabla 1.1.2 Cobertura Arborea.....	3
I.	Tabla III-3.1 recolección de análisis e información	41
II.	Figura III-3.2 recolección de análisis e información.....	42
III.	Tabla III-4 prueba piloto	42
IV.	Tabla III-6 variables cualitativa e cuantitativas.....	46
V.	Tabla III-1 Nutrientes removidos en el fruto de naranja	51
VI.	Tabla 2 III- Nutrientes removidos	52
VII.	Tabla 3-III remoción de nutrientes por hectárea de fruto de naranja	52
VIII.	Fuente: de ficha técnica de los cítricos.....	54
IX.	TABLA 4-III diagnóstico de foliar en naranja.....	54
X.	Tabla III-5 efecto de fertilización	56
XI.	Tabla III-6 requerimiento nutrimentales para la naranja en producción	56
XII.	Tabla III-7 descripción de los terrenos sequias.....	57
XIII.	Tabla III-8 Designación de valores numéricos	58
XVIII.	Tabla III-14 entradas y salidas del modelo NPK.....	65
XIV.	Tabla IV-1 tabla de entrenamiento de la red neuronal de Matlab 2028.....	70

XIX.	Tabla 4-IV rendimiento esperado.....	79
XX.	Tabla 5-IV factor de rendimiento máximo, mínimo.....	80
XV.	Tabla 2 IV Tabla de discusión.....	82

INDICE DE ECUACIONES

IV.	Ecuación III- 1 tamaño de producto agrícolas.....	49
V.	Ecuación III- 2 método DRIS.....	50
VI.	Ecuación III-3 interpretación de análisis nutrimentales.....	51
I.	Ecuación III-4 definición del nombre.....	59
II.	Ecuación III-5 Definición de entradas y salidas.....	60
III.	Ecuación III-6 Normalización de entradas y salidas.....	60

Introducción

Debido a su importancia en la industria alimentaria y la agricultura, la naranja (*Citrus sinensis*) es considerada uno de los cítricos más consumidos en el mundo. En 2019, la producción mundial de naranjas alcanzó los 76.292 millones de toneladas (FAO, 2021), lo que representa alrededor del 50% de la producción mundial de cítricos y el 10,5% de la producción mundial de frutas (FAOSTAT, 2021). Los principales países productores de naranja son Brasil, China, India, Estados Unidos, México, España y Egipto (FAOSTAT, 2021). La industria alimentaria de México depende en gran medida de la producción de naranjas. En 2019, México se convirtió en el quinto productor de naranjas del mundo, produciendo 47.37 millones de toneladas de naranjas (FAO, 2021; Información agrialimentaria e pesquera, 2021). En los últimos 30 años, la superficie cultivada de naranja en México se ha duplicado (Servicio de Información Agropecuaria, Alimentaria e Pesqueira, 2021). Además, según estadísticas nacionales, la naranja es la segunda superficie productora de naranja en México con una superficie de 343,244 hectáreas. (después de la caña de azúcar). (Agricultura, Pesca y Alimentación 2021); Estimaciones nacionales muestran que la producción de naranja aumentará un 86% para 2030 debido al aumento de la demanda interna y externa (SAGARPA, 2016). Hay muchas preguntas sobre el impacto del cultivo de naranjas en México debido a los requisitos de combustible y pesticidas, así como el impacto ambiental.

CAPITULO 1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.2 Antecedentes

En nuestro país, así como en otros países tropicales y subtropicales del mundo, se está desarrollando el cultivo de cítricos. una industria de gran importancia, con una producción mundial de hasta 107 millones de toneladas. Brasil, Estados Unidos, China, México y España están cerca de la cima. En 2013, el mayor consumo per cápita en México fue el de naranjas (37.2 kg). El principal productor es Veracruz, cuya producción en 2013 ascendió a 3.3 millones de toneladas de cítricos, representando el 44% de la producción total (SAGARPA, 2016). La naranja se consume fresca o en jugo, pero sus beneficios van más allá: sus derivados son muy utilizados; en la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y otras industrias. A nivel regional, han identificado una serie de beneficios y riesgos asociados a la producción de naranja (CONCITVER, 2018a; 2018b). Por lo tanto, el propósito de esta monografía es recopilar información que le permita servir.

1.3 Descripción de la organización

El Instituto de Tecnología Avanzada Álamo Temapache, comúnmente conocido por sus siglas "ITSAT", es una institución de educación superior que inició operaciones el 7 de febrero de 2000 en el municipio de Álamo Temapache en el estado de Veracruz. La sede está ubicada en Soyotitla. Ver Figura 1.1. Instalaciones de Xoyotitla.



I. Figura 1.1 instituto tecnológico superior de álamo temapache campus Xoyotitla

Actualmente existen dos centros de excelencia: uno en la ciudad de Tuxpan Veracruz y otro en Álamo. La misión de la institución es "preparar profesionales con competencias tecnológicas y cualidades humanas para utilizar sus conocimientos para el desarrollo integral de la sociedad" y

la visión El objetivo de la institución es “convertirse en una institución académica reconocida que realiza investigación científica y tecnológica que contribuya al desarrollo regional” “. “y el desarrollo del país. ITSAT cuenta con departamentos de posgrado y de investigación cuya función principal es facilitar todas las actividades relacionadas con la investigación, estimulando así el interés de los estudiantes en investigar temas específicos. Este departamento beneficia al colegio actualizando contenidos y conocimientos especializados. Gracias al departamento de docencia e investigación, el instituto ha creado diferentes temas de investigación para motivar a los estudiantes a poder conducir, contribuir y, gracias a las sugerencias de los docentes, brindar el apoyo necesario para su desarrollo. ampliar los temas de investigación. interesado en este campo. La agricultura domina la comuna (61,49% del área), seguida de la vegetación secundaria (24,64%), mientras que los asentamientos humanos ocupan el 1,15% del área. El recubrimiento con la superficie más pequeña contiene un 0,02% de agua. La clasificación de uso del suelo y vegetación incluye las siguientes categorías: acuicultura, agricultura, agua, asentamientos, bosques, dunas costeras, galerías, manglares, arbustos, bosques de palma, pastizales, sabanas, bosques de tierras bajas, bosques templados, vegetación invisible, vegetación acuática. vegetación, vegetación desértica, vegetación secundaria. La clasificación de uso del suelo y vegetación incluye las siguientes categorías: acuicultura, agricultura, recursos hídricos, asentamientos humanos, bosques, dunas costeras, galerías, manglares, arbustos, bosques de palma, pastizales, sabanas, bosques de tierras bajas, bosques sin vegetación de tamaño mediano, vegetación acuática, vegetación desértica, vegetación secundaria. *Ver tabla 1.1*

Fuente: Datos vectoriales, uso de suelo e información de vegetación del municipio de Tuxpan Veracruz 2021 ,

Tabla 1.1 Uso de suelo y vegetación			
Tuxpan, álamo			
Cobertura	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)	Descripción
Agropecuario	35,477.31	61.29	Las clasificaciones de uso de la tierra y vegetación se presentan de manera menos general que la Tabla 1 de este documento. Sin embargo, en esta clasificación, la vegetación secundaria está representada por todos los tipos de vegetación secundaria, que se refiere a comunidades vegetales que difieren de la primaria en estructura y composición. Vegetación heterogénea después de la eliminación o modificación de la vegetación primaria..
Vegetación secundaria	14,260.90	24.64	
Bosque	3,494.95	6.04	
Sabana	1,897.29	3.28	
Pastizal	1,164.38	2.01	
Selva mediana	910.21	1.57	
Asentamientos humanos	668.49	1.15	
Agua	13.92	0.02	

Tabla 1.1.2 Cobertura Arborea		
Tuxpan, álamo		
Cobertura	Cantidad %	Comentarios
Primaria Arbórea Baja	1.5	
Primaria Arbórea Mediana	6.0	
Primaria Arbórea Alta	0.0	La cubierta forestal antes mencionada incluye los siguientes tipos de vegetación: bosques de coníferas, bosques de robles, bosques montanos mesó filios, bosques de pino y toscano, bosques caducifolios, bosques semicaducifolios, bosques de galería, bosques de manglares, bosques naturales de palmeras, vegetación hidrófila y vegetación. . Causado por la vegetación.
Secundaria Arbórea Baja	2.6	
Secundaria Arbórea Mediana	0.0	
Secundaria Arbórea Alta	0.0	
Total, Arbórea	10.2	

Fuente: Información sobre el uso de la tierra y datos sobre vectores de vegetación, de municipio de Tuxpan Veracruz 2021.

La superficie verde urbana es del 10,2%, de la cual el 7,5% es vegetación leñosa primaria, sin cambio de estado natural, y el 2,6% es vegetación leñosa secundaria, se encuentra alterada por perturbaciones y representa sucesión vegetal. Progreso. *Ver tabla 1.1.2*

1.4 planteamiento de la Problemática

La mancha de aceite es una enfermedad muy grave que se encuentra en todas las áreas de cultivo de cítricos, y aproximadamente el 90% de las áreas de cultivo comercial son susceptibles a la infección. *Il. Tabla 1.1.2 Cobertura Arborea* La enfermedad más común es lo que los científicos llaman mancha de aceite. La pérdida de manchas de sangre es el resultado de la caída prematura de las hojas. árboles, lo que lleva a una reducción del rendimiento y del tamaño de los frutos. Los hongos también atacan a la fruta, provocando daños en la piel, reduciendo el valor de la fruta, especialmente del pomelo. Esta enfermedad se manifiesta por manchas en ambos lados de las hojas que son de color amarillo claro, se vuelven marrón oscuro, grasosas y tienen epidermis convexa. El hongo produce cuerpos fructíferos en las hojas caídas, por lo que sus esporas se transportan por el aire cuando las hojas se mojan por la lluvia o el rocío intenso y prolongado. Las esporas son transportadas por el viento y caen sobre los brotes de primavera y verano, provocando infección. El hongo ingresa a través de los estomas de las hojas; Al mismo tiempo, en

septiembre-octubre aparecen los síntomas descritos, comienza la deforestación y se forman cuerpos fructíferos del hongo sobre hojas casi destruidas, continuando el ciclo. Las variedades más susceptibles son las naranjas navel y las naranjas tardías..

1.5 Objetivo

1.5.1 objetivo general

Desarrollar un modelo inteligente que pueda evaluar la dosis adecuada de pesticidas y tomar decisiones de control de plagas en cítricos para garantizar un mejor ciclo de vida en los campos de higueras.

1.5.2 Objetivos específicos

- Cree una base de datos basada en el tipo de pesticida, tipo de suelo, ubicación, tiempo promedio de siembra, latitud, precipitaciones, altitud y temperatura.
- Predecir con precisión el rendimiento esperado utilizando un sistema basado en redes neuronales
- Identificar variables que influyen en el cultivo de naranja.
- Mejorar el ciclo de vida de la naranja

1.6 Hipótesis

*La alta variabilidad de los problemas de plagas en las regiones de o chita y aspen es consecuencia de una clara concentración de la producción en el tiempo; por ejemplo, el pico de producción ocurre en febrero y parte de marzo, y las cosechas logradas durante estos meses son información no deseada para los productores de cítricos sobre uno de El factor más importante en la administración de plagas y enfermedades de los cítricos, impidiendo el proceso de crecimiento de las naranjas, provocando desventajas para los productores de cítricos.

* Se plantea la hipótesis de que existen modelos tanto para fertilizar como para tratar plantaciones de naranjos, lo que requeriría un programa específico basado en datos que ayude a predecir la organización precisa de los árboles de cítricos, previniendo las plagas y enfermedades que causan daños a los naranjos y de las cuales hay sin pérdidas significativas,

1.7 justificación

A nivel mundial, el uso de aceites cítricos y sus derivados se ha convertido en un importante mercado y alternativa para la industrialización, y los países productores de cítricos más importantes del mundo son Brasil, China, Estados Unidos, India y México. Sin embargo, debido a las altas tasas de plagas y enfermedades, estos países se enfrentan a una disminución significativa de la producción. Huanglongbing o Greetings HLB infecta principalmente plantas de la familia Rutáceae, que incluye 1.600 especies, de las cuales el género Citrus es el más susceptible (Bellis et al., 2005). La producción de HLB se reduce cuando se produce HLB y enfermedades como la lepra, los virus de los cítricos y el cáncer. En México, la aparición del HLB es una de las enfermedades de alto impacto económico y social en las regiones citrícolas. A pesar de la alta incidencia del HLB en los cítricos, los productores y asesores técnicos siguen ignorantes y confundidos acerca de los síntomas causados por esta enfermedad. Lo anterior complica el desarrollo y/o aplicación de tecnologías para controlar el HLB y sus vectores.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 MARCAO CONCEPTUAL

GENERALIDADES DEL CULTIVO

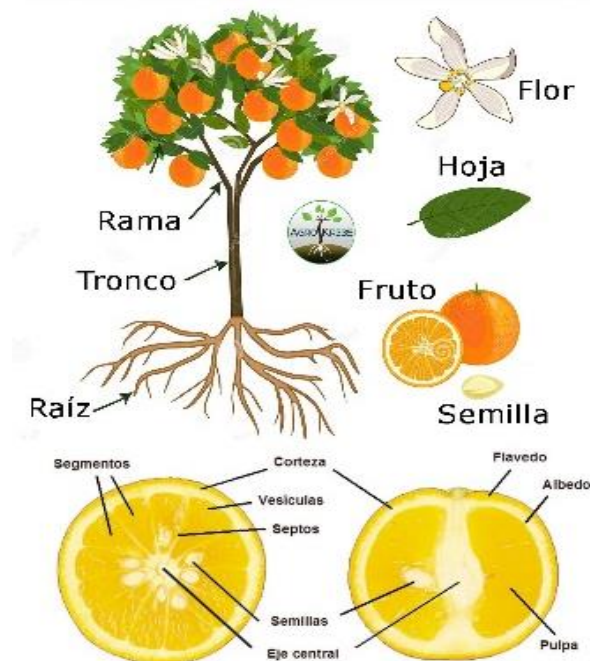
2.2 Antecedentes del cultivo

Las naranjas proceden de regiones tropicales y subtropicales de Asia, desde donde se extendieron por todo el mundo. Las naranjas se originaron en el sudeste asiático hace unos 20 millones de años. Desde entonces, han sufrido muchos cambios debido a la selección natural, la hibridación natural y artificial. La expansión del cultivo de cítricos fuera de su tierra natal se debió en gran medida a importantes movimientos migratorios: las conquistas de Alejandro Magno, la expansión del islam, las Cruzadas y el descubrimiento de América. Las mutaciones naturales han creado muchas variedades de naranjas que conocemos.

2.3 Característica botánicas

La naranja pertenece a la familia Rutaceae y al género Citrus. Las especies de este género son arbustos o árboles con hojas simples y peludas, pecíolos que a menudo son alados y flores planas

y fragantes que crecen dentro de los cogollos que crecen en las axilas de las hojas en crecimiento. Se trata de un árbol perenne, ramificado y erecto que puede crecer hasta 12 metros de altura. Alto 25 cm. Dependiendo del tipo y método de reproducción (semillas poliembriónicas o implantación), el diámetro puede oscilar entre 3 y 5 años. Las semillas de naranja suelen contener muchos embriones. Los embriones que se clonan o se mejoran genéticamente con la planta madre son muy viables y, al igual que los embriones sexuales, normalmente producen plántulas libres de virus. El fruto se llama hesperidio. Tienen una cáscara gruesa y dura y órganos divididos en secciones o segmentos por membranas radiales. Cada porción incluye un paquete que contiene jugo y varias semillas blancas de diferentes formas. Algunas especies tienen forma de pera esférica con una sandía al final. Las raíces crecen rectas, hasta 1 m de profundidad, con raíces primarias y raíces secundarias. La corteza y el tallo son de color marrón, leñosos, rugosos, tienen ramas angulosas, a veces peludas, espinas largas y hojas deformadas, con copa redondeada. Las hojas son alternas, ovaladas, enteras o ligeramente dentadas, bordes afilados o puntiagudos, base redondeada, en forma de cuña, verde oscuro, superficie superior brillante, superficie inferior mate, aladas.



II. Figura II-1 características botánicas

2.3.1 Condiciones Climáticas

- 2.3.2 latitud:

36°C en latitudes norte y sur, con clima tropical..

- 2.3.3 temperaturas:

No se debe limitarse porque afectará el desarrollo de la cultura. TIEMPO. 13°C y 30°C, lo óptimo es 23°C. Cuando la temperatura desciende por debajo de los 8°C. Las temperaturas superiores a 36°C provocan estreñimiento en las plantas. La fruta se echa a perder a temperaturas entre 0°C y 12°C, el equilibrio entre ácidos y azúcares determina el color verde de la fruta (en climas cálidos). La temperatura afecta la tasa de floración y crecimiento: las plantas permanecen inactivas en invierno y crecen que florecen en verano.

- 2.3.4 Altura:

Las alturas superiores son a los 500 msnm.

- 2.3.5 precipitación:

1200-1500 mm se distribuyen uniformemente durante todo el año y son suficientes para satisfacer las necesidades de las plantas. En zonas afectadas por la sequía, el riego es fundamental para un buen crecimiento de las plantas. Los naranjos amargos necesitan poco riego, mientras que los naranjos dulces pueden soportar fuertes lluvias, pero necesitan más agua al regar.

- 2.3.6 Suelos

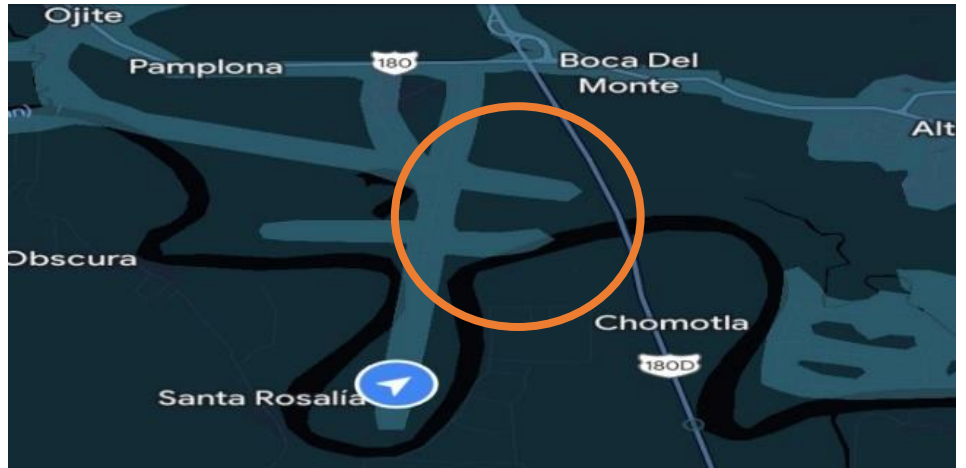
Las naranjas dulces, como todas las frutas cítricas, requieren un suelo bien drenado con una consistencia arenosa o arcillosa y suficiente profundidad para un crecimiento y producción adecuados. Si el suelo contiene más del 50% de arcilla, el crecimiento de las raíces está muy limitado. La permeabilidad del suelo debe ser de 20-25 cm/h. Un suelo con una permeabilidad superior a 40 cm/h no puede retener agua; un suelo con una permeabilidad inferior a 5 cm/h es susceptible de encharcamiento. Esto debería evitarse. La conductividad del extracto saturado debe estar entre 1,7 y 3,2 dS/m y el pH adecuado del suelo debe estar entre 5 y 6.

2.4 ÁREAS POTENCIALES

La ciudad de Igueral está ubicada en el municipio de Tuxpan (estado de Veracruz de Ignacio de la Llave). La población es 839. Entre todas las localidades de la comuna, ocupa el noveno lugar en términos de población. Igueral se encuentra a 22 metros sobre el nivel del mar. Figura II-2,3,4,5



III. *Figura II-2 Localidad de higueral*



IV. *Figura II-3 ubicación con el software Google maps*



V. *Figura II – 4 Imagen elaboración propia*



VI. *Figura II-5 imagen elaboración propia*

2.4.1 Semillero.

Las semillas de cítricos pierden rápidamente su capacidad de germinar, por lo que es mejor sembrarlas lo antes posible. Al quitar las semillas del fruto, lávalas, sécalas a la sombra y déjalas en remojo durante un día antes de sembrar para ayudar a que las semillas germinen más rápido. Para evitar infecciones, el vivero debe estar aislado de otras áreas del vivero y de la granja. Se debe instalar en suelos sueltos, con buenas condiciones físicas, buen drenaje y fácil riego. La construcción se realiza vertiendo una capa de tierra de unos 15-20 cm de altura y rodeándola con bloques. Tamaño hasta 1 m. Si hay 10 piezas de ancho y largo, y necesitas construir varias piezas, lo mejor es dejar una distancia de 60 cm entre ellas. El suelo debe estar suelto, libre de malezas y uniforme para que no haya exceso de humedad. Si planeas plantar más tarde, primero debes desinfectar el lecho de plántulas.

2.4.2 Vivero

cuando las plántulas alcancen una altura de 20- 30 cm, lleve las plántulas seleccionadas al vivero. En Tuxpan se utilizaban plántulas plantadas directamente en la tierra, pero hoy en día la gente prefiere sembrarlas en bolsas de plástico negras porque son más fáciles de manipular. Es necesario un suelo bien preparado para plantar en el suelo. En este caso se deberá utilizar una distancia de 1 a 1,20 m. La distancia entre hileras entre plantas es de 30 a 40 cm. Si utilizas bolsas de plástico, la distancia entre ellas depende del tiempo que llevan las plantas en el vivero. Sin proscripción, las más comúnmente utilizadas son bolsas con un diámetro de 17 cm a aproximadamente 30 cm. Para llenar la bolsa, necesitarás tierra suelta y fértil con la cantidad adecuada de materia orgánica. Las bolsas deberán disponerse en grupos de 6, manteniendo una distancia de 1 m entre bolsas y rieles entre cada grupo para el transporte de particular y equipos. Las plantas cultivadas en viveros necesitan cuidados como control de plagas, control de malezas, riego regular, fertilización y eliminación de brotes laterales. Dura aproximadamente un año o menos.

2.5 Diseño de plantación

La distancia entre plántulas depende del tamaño de la maquinaria utilizada y del tamaño del tronco maduro y depende principalmente del clima, suelo y portainjerto, por lo que en la mayoría de los casos es necesario comparar condiciones ambientales similares. aconsejar. La densidad

media de árboles se estima en unos 400 árboles/ha. Los sistemas tradicionales comúnmente utilizados en el cultivo de naranja son:

Corte verdadero o corte cuadrado: implica plantar plantas en hileras rectas y horizontales con el mismo espacio entre plantas e hileras. Trevolillo o hexagonal: consiste en plantar plantas en forma triangular. Este sistema le permite cultivar un 15% más de plantas en una superficie en comparación con marcos reales o cuadrados. Rectangular: Similar a un marco real, excepto que hay más espacio entre hileras de plantas que entre plantas.

2.6 Abonado o Fertilización

La distancia entre plántulas depende del tamaño de la maquinaria utilizada y del tamaño del tronco maduro y depende principalmente del clima, suelo y portainjerto, por lo que en la mayoría de los casos es necesario comparar condiciones ambientales similares. aconsejar. La densidad media de árboles se estima en unos 400 árboles/ha. Los sistemas tradicionales comúnmente utilizados en el cultivo de naranja son:

Corte verdadero o corte cuadrado: implica plantar plantas en hileras rectas y horizontales con el mismo espacio entre plantas e hileras. Trevolillo o hexagonal: consiste en plantar plantas en forma triangular. Este sistema le permite cultivar un 15% más de plantas en una superficie en comparación con marcos reales o cuadrados. Rectangular: Similar a un marco real, excepto que hay más espacio entre hileras de plantas que entre plantas.



VII. *Figura II-6 Imagen fertilización de naranja*

2.7 Otras consideraciones:

- El fertilizante se inicia sólo al comienzo de la segunda yema de la plantación.
 1. Si es posible, se le pagará por cada riego. Se debe tener cuidado de no utilizar más de 2 kg de fertilizante por m³ de agua de riego para evitar una salinidad excesiva.
 2. Fertilice de marzo a septiembre y distribuya todo el fertilizante de la siguiente manera:
 3. • Los quelatos de hierro deben aplicarse en dos o tres dosis, especialmente durante la rotación de cultivos de primavera. Recomendamos complementar con ácido húmico.
 4. • Se recomienda únicamente la fertilización durante los primeros 4 años, recomendándose posteriormente el asesoramiento de expertos, teniendo en cuenta diversos factores como calibre, producción esperada, variedad, implantación, etc.

2.8 Riego

La demanda de agua para este cultivo es de 6000-7000 m³/año. El riego por inundación se ha utilizado en pequeñas superficies de tierra, pero la tendencia actual es utilizar riego puntual o por aspersión en grandes superficies de regiones frías para proteger contra las heladas. De primavera a otoño se requiere riego cada 15-20 días en caso de inundaciones y cada 3-5 días en casos localizados. Para que las plantas alcancen niveles adecuados de crecimiento y rendimiento con riego por goteo, el volumen de raíces o superficie mojada de la planta debe mantenerse al mínimo, esto es especialmente cierto para las plantaciones de cítricos que tienen un marco de plantación muy grande, estimado en. Alrededor del 33% del marco. Aproximadamente la mitad del área está cubierta por árboles. Aunque el crecimiento de las raíces de los cítricos es bajo en comparación con otros cultivos, son comunes los problemas de adaptación como rendimiento reducido, tamaño reducido del fruto, amarilla miento y defoliación. Para evitar estos problemas, para marcos de menos de 5 x 5, aumente el porcentaje de área mojada por goteo al 40% del área del marco ocupada por cada planta. Una alternativa es el riego por goteo subterráneo. El objetivo es optimizar el riego y aumentar la eficiencia del uso de fertilizantes nitrogenados, reduciendo así la contaminación ambiental. Gracias a este sistema de riego, la pérdida de agua por evaporación es menor y el suelo queda más húmedo, limitando la transpiración de las plantas.

2.9 Poda

Su finalidad es regular el crecimiento vegetal en capacidad de la producción, logrando un equilibrio fisiológico que permita un crecimiento controlado de las partes vegetativas y una producción de frutos similar y abundoso. Ver imagen II-7



VIII. *Figura II-7 Imagen de poda elaboración propia*

2.10 Los cuatro (4) tipos de podas:

- Ejercicio de poda: Esta poda se realiza para darle a la planta joven una forma hemisférica ideal, procurando que se coloquen suficientes ramas a la altura adecuada y que algunas crezcan hacia abajo hasta cubrir el borde de la copa. Mayor área de producción probable.
- desbroce de frutos: tiene como imparcial lograr una estabilidad entre la creación de frutos y el follaje de las plantas. Este tipo de poda cobra importancia a medida que la planta madura.
- Poda de mantenimiento Tiene como finalidad eliminar todas las ramas que presenten daños causados por plagas o enfermedades, la acción física del viento o maquinaria utilizada en operaciones agrícolas.
- Poda de renovación La poda de renovación se realiza en árboles viejos o que han estado mucho tiempo abandonados, y aunque no son muy fructíferos, el tronco y las ramas principales siguen sanos.

2.11 Plagas

2.11.1 **Bachacos:** Se llaman Bachacos Rojos y Bachacos Sabaneros y se pueden encontrar en todo el país. Cuando empieza a llover, se propaga. Estos insectos cortan hojas y defolian las plantas. Activo por la noche y en días nublados. Puedes controlarlos con cebos como tatú lámina o bachakil, y también puedes pulverizar a presión insecticidas en polvo en la entrada de bachakeros.



IX. *Figura II-2 Bachacos rojos*

2.11.2 **Hormigas** En las plantas jóvenes, atacan las hojas frágiles o rompen la corteza a nivel del cuello. Se aconseja encontrar el hormiguero y aplicar un polvo insecticida en la base del árbol impactado como técnica de control. Ver figura II-8



X. *Figura II-8 Hormigas*

2.11.3 Áfidos:

Entre las muchas especies que se encuentran en el país está el pulgón negro del naranjo. Pulgones negros en los cítricos. Los pulgones chupadores de savia pueden deformar los brotes, ralentizar el

crecimiento de las plantas, propagar infecciones víricas como la tristeza y causar los mayores daños durante el verano. Son el pulgón negro de los árboles y el pulgón amarillo del algodón. Para atacarlos se utilizan enemigos naturales (insectos útiles como parásitos de los órdenes Coleoptera, Diptera, Neuroptera e Hymenoptera); no obstante, si es necesario, se debe recurrir a la pulverización con pirimicarb. Ver figura II-9



XI. *Figura II-9 Áfidos negro del naranjo*

2.11.4 Cochinillas

Los daños causados por las cochinillas consisten sobre todo en el agotamiento de la savia, lo que provoca una amplia degradación de la planta. Además, la mayoría de las especies producen melaza, un líquido dulce del que se encargan las numerosas colonias de hormigas que se desarrollan con frecuencia en las plantas infestadas de cochinillas y pulgones. Sin embargo, la melaza también sirve de medio de cultivo para la fumagina. Las cochinillas se alimentan principalmente de hojas, ramitas y ramillos; ocasionalmente también se alimentan de frutos. Su capacidad de reproducción es lo que las hace únicas; pueden verse múltiples generaciones durante todo el año.

La capacidad de liberar compuestos que ayudan a protegerse de los insectos es una característica que comparten casi todas las cochinillas. En el caso de algunas especies, una capa de barniz o una combinación de ceras proporciona esta defensa, Ver figura II-10



XII. *Figura II-10 Cochinilla en el Naranja*

2.11.5 Mosca blanca

Es una de las plagas más frecuentes que afectan a los cítricos. Datos de identificación:

- Los huevos son de color blanquecino, alargados y enrollados. Las hembras los ponen formando círculos o semicírculos. Esta plaga tiene un aspecto característico.
- Ninfa: La ninfa pasa por cuatro estadios. Las larvas de primer estadio son de color amarillo pálido y móvil. Larvas de segundo, tercer y cuarto estadio.
- Las hembras son más grandes y los adultos son amarillos. Miden aproximadamente 1,5 milímetros.



XIII. *Figura I-11 mosca blanca*

2.12 Enfermedades

2.12.1 Nematodo de los cítricos:

El declive lento rechaza los cítricos es una enfermedad que crea y restringe la producción de cítricos en una amplia gama de condiciones ambientales y de suelo. La enfermedad nunca causa la muerte del árbol, sino que progresa gradualmente, causando primero una disminución del tamaño y la cantidad de fruta. Progresa gradualmente, causando inicialmente una disminución del tamaño y la cantidad de fruta. El tamaño y la falta de vigor de la planta son los principales indicios de ello.

Gusano diminuto, sedentario y muy parásito que muestra dimorfismo sexual y sólo es visible al microscopio. Se distinguen por tener músculos que se retraen para tragar el alimento y un estilete con un tubo interno. Las hembras adultas tienen el extremo anterior extendido y se asemejan a bolsas. Colocan la parte anterior del cuerpo en el parénquima cortical de la raíz secundaria, dejando la parte posterior del cuerpo en el parénquima cortical de la raíz secundaria, dejando más
Ver figura II -11



XIV. *Figura II-11 Nematodo de los cítricos o (seca palo)*

2.12.2 Gomosis

Base del tallo , cuello de la raíz y raíz del retoño. Los hongos viven en el suelo durante todo el año , aunque son más activos como parásitos cuando la temperatura ambiente está entre 18 y 24 °C en promedio. Es más probable que estos hongos se formen cuando el suelo está húmedo por la lluvia o el agua de riego.

Infectan las ramas principales de ciertas especies y también pueden aparecer en la base del tronco, cerca del sitio del injerto o a lo largo del tronco. Se presentan en diversas formas y el tiempo durante el cual están expuestas al hongo , así como las circunstancias circundantes , determinan su tamaño . En la mayoría de los casos , las lesiones son más largas y las gotitas de goma emergen cuando la humedad ambiental es lo suficientemente alta . La corteza se aflojará y, si se estira desde el lugar donde comenzó a pelarse , puede desprenderse en bandas verticales después de que el área afectada se seque La madera debajo de esta región puede haberse vuelto negra, pero aún está viva , por lo tanto todavía la savia cruda, por lo que la savia cruda todavía puede ascender por encima de ella, pero la savia procesada no puede descender por debajo de ella. Todavía puede ascender por encima de él, pero la savia procesada no puede descender por debajo de él. Las raíces debajo de esta sección esta Con el tiempo se acabará nutrición sin nutrición y morirán . y morir.

Resultan de una infección en el cuello de la raíz primaria y la parte inferior del tronco , oscureciendo y pelando la madera . Las raíces presentan bordes engrosados. desarrollo de estomatitis característico Desarrollo característico de estomatitis . Esto ocurre cuando la planta sufre una reacción hiperplasia, reacción También conocido también conocida como hipertrofia, en respuesta a ataques como hipertrofia, en respuesta a ataques de hongos . de hongos . El chancro generalmente se Generalmente visto observa hacia la base del tronco , aunque también puede aparecer más arriba .Se localiza en la base del tronco , aunque también puede aparecer más arriba . Las lesiones crecen más rápidamente en sentido vertical que en sentido horizontal, aunque pueden variar en tamaño y forma. más rápidamente verticalmente que horizontalmente, sin embargo pueden variar en tamaño y forma.

La pudrición por succión provoca la destrucción de las raicillas. Si este fenómeno se repite con suficiente amplitud, puede provocar cambios en el desarrollo de las plantas.

La alta humedad hace que crezcan bacterias en la superficie de la mancha, formando moho blanquecino. Los frutos infectados caen temprano. Las zonas infectadas de la corteza suelen estar contaminadas con otros hongos (Penicillium, Fusarium, etc.).

Si la infestación no se detecta porque la base del tronco y las raíces están cubiertas de tierra, aparecen síntomas característicos: Brotes débiles, de escaso desarrollo y aspecto clorótico.

- Frutos de pequeño tamaño.
- Hojas más puntiagudas, de color verde amarillento.
- Hojas más pequeñas, de color dorado.

En comparación con las mandarinas y sus híbridos, los naranjos dulces son más frágiles. Los mandarinos Citran, Troyer, Cariso y 'Cleopatra' muestran cierta tolerancia. Por lo tanto, la elección del porta injerto adecuado es crucial en la lucha contra esta enfermedad, además de la investigación de nuevos porta injertos resistentes.

Combinar el control químico con acciones preventivas es la estrategia de control más eficaz.

Medidas de seguridad:

- Debe planificarse un drenaje suficiente para evitar la acumulación de agua durante la temporada de lluvias.
- El tronco se protege del contacto directo con el agua mediante caballones cuando se utiliza el riego por inundación.
- Para evitar un exceso de humedad, el riego por goteo separa el gotero del tallo.
- Evite el uso de maquinaria o equipos que puedan dañar el tallo.
- Evite la tierra compactada, ya que impide el crecimiento de las raíces.
- Evite añadir materia orgánica que se descomponga cerca de la base del tallo.
- Evite los periodos de riego prolongados tras una sequía.
- Aplicar correctamente el abono nitrogenado.

Control químico: Los productos pirogénicos son fungicidas utilizados contra *Phytophthora* spp. En otras palabras, la sustancia actúa externamente al entrar en contacto con el hongo, impidiendo que germinen sus órganos reproductores. Como resultado, es necesario tratar toda la región afectada con desinfectantes. Esto se debe a que el producto no puede llegar a las regiones donde el hongo sigue atacando. Ver figura



XV. *Figura II-12 Gomosis*

2.12.3 Viral citrus tristeza (CTV) Virus de tristeza en cítricos (CTV)

La enfermedad vírica más peligrosa de los cítricos está causada por el virus del tizón de la hoja de los cítricos. Los efectos más notables incluyen el blanqueamiento de las células nerviosas, la tala de árboles y el decaimiento y muerte de los árboles injertados de naranjo amargo. Este virus destruye las células del floema del naranjo amargo y obstruye los tubos portadores de savia que se desarrollan en la línea de injerto.

El amarilleo gradual de las hojas y el secado de las ramas más allá de la copa son los primeros signos de un lento deterioro. Las ramas más cortas y viejas brotan nuevos brotes, lo que hace que el volumen de la copa disminuya gradualmente. En comparación con los árboles sanos, la producción de fruta es menor, más pequeña y más pálida. Otro signo es la aparición de un agujero en la parte campana de la corteza, normalmente una zona marrón bajo la línea del injerto. En los árboles recién afectados, este síntoma no suele ser perceptible.



XVI. *Figura II-13 Virus de la tristeza de los cítricos o CTV*

2.13 Recolección y cosecha tras la recolección

2.13.1 cosecha.

La floración de las naranjas depende del clima. Por ello, la fruta suele verse en los árboles en distintos estados de madurez, lo que obliga a una recolección escalonada.

El país carece de una normativa explícita sobre la recolección de cítricos. Este procedimiento suele seguirse basándose en la experiencia de los citricultores, que utilizan como únicos indicadores la palatabilidad de muchas muestras seleccionadas al azar del huerto y el tamaño de la fruta en relación con la calidad.

Investigamos la floración, crecimiento y desarrollo de las naranjas Valencia y California en el alto valle de Carabobo para evaluar qué tan normal es la caída de flores y pequeños frutos y determinar cuál es la época óptima. Cosecha basada en la calidad y tamaño de la fruta. Hay dos picos: uno en julio, agosto y algunas partes de septiembre, y el otro de diciembre a febrero.

2.13.2 Caída y cuajado de frutos

Las naranjas de Valencia suelen producir muchos pimpollos y pocos frutos durante los dos meses siguientes a la floración. Podemos estimar que, de media, sólo 4 de cada 100 flores maduran y producen frutos comestibles sin caerse del árbol.

Al mes y medio de la floración, las naranjas de California empiezan a perder flores y a dar frutos. La caída de fruta se ha detenido esencialmente después de 70 días, y la mayoría de la fruta que todavía estaba allí ha crecido completamente. La fruta cosechable se produce en apenas 5 de cada 100 floraciones de media en este cultivar.

Crecimiento de la fruta: Las naranjas «Valencia» tienen un inconfundible diámetro medio de 6 cm. Frutos con un diámetro medio de 3 cm ya están presentes 70 días después de la floración, y continúan creciendo más lentamente después de eso.

La naranja «California» crece más rápidamente en los tres primeros meses tras la floración, alcanzando un tamaño final medio de 8 cm de diámetro; más allá, puede alcanzar un diámetro máximo de 5 cm. La «California» crece más rápidamente que la «Valencia».

2.13.3 Calidad de los frutos:

Comprobó que, al cabo de 13 meses, la variedad «Valencia» tenía tanto el mayor peso (unos 150 gramos) como el mayor porcentaje de zumo (45%), pero que el peso había empezado a disminuir notablemente después. También se ha demostrado que, con la edad, disminuye la acidez y aumenta la cantidad de sólidos de azúcar, o zumo soluble. Las normas más comúnmente reconocidas para la calidad de la fruta establecen que las naranjas «Valencia» deben recolectarse entre 12 y 13 meses y medio después de su floración. La cantidad y el contenido de zumo de la fruta, así como la relación entre acidez y azúcar, son aspectos relevantes durante todo ese tiempo. El mejor momento para recolectar una naranja «California» es entre siete y nueve meses después de la floración, cuando los indicadores de calidad anteriormente indicados son más precisos.

2.13.4 Formas de Cosechar

La cosecha se realiza manualmente y, por regla general, se hace naranja, arrojando frutas al suelo. Desde allí, se reúne y es transportado en camiones a mercados y procesamiento, que no puede ser la forma más adecuada.

A la inversa, el cultivo debe actuar con precaución para evitar cortes y golpes en los frutos. Estos daños agravan su aspecto, favorecen la infiltración de gérmenes infecciosos y provocan la pérdida de agua. El método aconsejado es utilizar bolsas de lona para recoger la fruta sin dañar los árboles de la recolección. Hay que tener cuidado durante todo el cultivo o recortar la redonda con tijeras especializadas lo más cerca posible del fruto. Las bolsas para la cosecha tienen una capacidad de 10-30 kg. Están devastados en las cajas de Guacales o un cargador de horquilla. Luego, las frutas se entregan al lugar de embalaje o procesamiento.

2.13.5 Factores de calidad

Determinar los requisitos mínimos de calidad necesarios para el mercado de la naranja es crucial para garantizar que tanto el agricultor como el consumidor reciban un pago justo. La calidad de la naranja depende de una serie de características. El color externo de la fruta, el peso, el tamaño, la forma, el contenido de zumo y la variedad de la fruta son algunas de sus características físicas. Las frutas también se tienen en cuenta por sus cualidades químicas, entre las que destacan las siguientes.

2.13.6 Colorida en la corteza:

El pigmento verde conocido como clorofila, que abunda en la piel de naranja, desaparece cuando la fruta se cuece y es sustituido por otro pigmento conocido como carotenoides, que produce los tonos naranja o amarillo de la fruta adulta. El tono anaranjado de la fruta adulta es más vivo y la pérdida de clorofila se nota más con temperaturas bajas o frías. Es fundamental recordar que el color de la corteza no indica la calidad interior de la fruta. Las naranjas tienen un impacto significativo cuando se exportan o se introducen en el mercado fresco (supermercado, frutería,

etc.), pero no demasiado si el objetivo principal de la industria es procesar el zumo.

2.13.7 Contenido de azúcar:

El zumo de naranja es una solución de materiales disueltos, como proteínas, azúcar, vitaminas, aceites esenciales y ácidos como el ácido cítrico. Entre el 75 y el 85% de estos sólidos solubles son azúcar. En Venezuela no existe un requisito mínimo de calidad para los sólidos solubles, aunque se está de acuerdo en que no debe ser inferior a 9 ° Brix (medida ordinaria).

2.13.8 Contenido de ácidos:

Aunque hay trazas de otros ácidos en las naranjas, el ácido cítrico es el principal responsable de su acidez. Ésta tiene un alto contenido mientras la fruta madura y un contenido menor a medida que avanza. Mediante análisis químicos se estableció una acidez mínima de 0,4 a 0,5 para la fruta recolectada.

2.13.9 Relación de sólidos solubles totales a acidez (SST/Acidez): Los cítricos tienen aroma debido a ciertas sustancias químicas orgánicas volátiles, pero la palatabilidad del zumo viene determinada por la cantidad de ácido y azúcar combinados. Cada uno tiene un umbral diferente para la cantidad de zumo que puede tolerar.

Un requisito adicional para las naranjas es una proporción de 10 partes de sólidos solubles totales por 1 parte de acidez (10:1 SST/acidez) con un Brix de 9°.

2.13.10 Tamaño de la naranja: El tamaño de la fruta es el adecuado cuando se destina al consumo en fresco. Las dimensiones longitudinal y transversal de la naranja determinan su tamaño. Las naranjas tienen los siguientes tamaños: 48, 64, 80, 100, 125, 163, etc., en función del número de naranjas que caben en las cajas o envases típicos destinados a este uso. Las naranjas de tamaño superior a 163 se consideran muy pequeñas y se destinan a uso industrial, ya que su tamaño es inadecuado para el consumo en fresco.

2.13.11 Otros factores de calidad: Antes de vender la fruta se tienen en cuenta otros indicadores de calidad externa, como la pigmentación, las magulladuras o grietas, el grosor y la textura de la corteza, los daños causados por enfermedades o insectos y la firmeza de la fruta.

La calidad interna de la fruta, que incluye su contenido de azúcar, acidez, SST/acidez y volumen, es el factor más crucial cuando se trata de fruta que se vende al negocio de procesado de zumos. Pero la fruta dañada -atacada por hongos, por ejemplo- se desecha porque la calidad del zumo se resiente.

2.13.12 Empaque: La fruta para consumo en fresco se selecciona y envasa con el objetivo de mejorar y estandarizar su aspecto, al tiempo que se minimiza el deterioro debido al ataque de enfermedades o a la deshidratación durante la comercialización y el almacenamiento.

El procesado de la fruta incluye:

Preselección para eliminar la fruta malformada, agrietada, infectada, parasitada, etc.

- Limpieza para eliminar la suciedad y las escamas que se adhieren a las superficies, etc.
- Desecación.
- Cerramiento para evitar que se sequen demasiado.
- Pulido para hacerlos más atractivos visualmente y brillantes.
- Ordenarlos por tamaños.
- Guardarlas.

2.13.13 Utilización

Las naranjas se utilizan sobre todo como alimento cuando aún están frescas, porque contienen vitaminas, minerales y otros nutrientes. También se pueden procesar, manual o industrialmente, para convertirlas en productos elaborados.

Los productos a base de naranja se consumen en diversas formas, como zumos, néctares, mermeladas, jaleas y cáscaras.

Las naranjas procesadas para el consumo humano son cada vez más populares; sin embargo, cuando la fruta se procesa para obtener zumo industrial pasteurizado, la cáscara puede utilizarse como pienso.

2.13.14 INSTRUMENTO DE RECOLLECCION DE DATOS

2.13.15 Entrevista.

Además de ser una herramienta útil en el proceso de investigación, las entrevistas son procedimientos de recogida de información en sí mismos. En los materiales mencionados se afirma que el objetivo principal de la entrevista es recopilar información oral y obtener una comprensión personal de las experiencias, opiniones y acontecimientos de la gente. Siempre había un mínimo de dos participantes. Interactuaron sobre el tema del estudio gracias a que uno de ellos asumió el papel de entrevistador y los demás actuaron como entrevistados.

2.13.16 Tipos de entrevistas.

2.13.7 Entrevista estructurada.

- El investigador planifica con antelación y formula las preguntas deseadas. Prepara las preguntas que coordinará de forma secuencial y dirigida por un guía.
- El entrevistador no deberá interrumpir la entrevista ni dar comentarios de ninguna manera. Las preguntas serán cerradas; las únicas opciones serán afirmar, negar o dar una respuesta precisa y detallada a la pregunta.

2.13.8 Entrevista no estructurada o abierta.

- No es necesario preparar un guion antes de la entrevista. En función de las respuestas proporcionadas, el entrevistador y los entrevistados crearán simultáneamente la información que se producirá durante la entrevista.
- No obstante, el entrevistador debe realizar una gran cantidad de preparación y papeleo. Cuando el entrevistado se desvíe del tema sugerido, debe estar preparado con las tácticas para reorientar la conversación.

2.13.9 Entrevista similitud estructurada.

- Se establece un guion de preguntas de la misma manera que la información a recoger. A diferencia de una entrevista estructurada, las preguntas se pueden plantear con más libertad, lo que permite la recogida de datos más ricos y más matrices.
- Los temas se conectarán a lo largo de la entrevista, y se desarrollará una comprensión amplia de la realidad del entrevistado.
- Para conectar los comentarios del entrevistado con los sujetos y profundizar estos vínculos, el investigador necesita escuchar atentamente lo que tienen que decir. De lo contrario, se perderían las matrices generadas por este tipo de entrevistas y la investigación avanzaría más lentamente. La planificación de la entrevista proporciona un marco que organiza la preparación de la entrevista en orden de tres momentos distintos.

1.- Tiempo de preparación.

- Especificar los objetivos de la entrevista: El investigador debe registrar los temas que se van a tratar y ser capaz de explicarlos utilizando las fuentes teóricas que considere relevantes para el estudio.
- Determinar quién será entrevistado: Se debe especificar el perfil personal del sujeto, la posición que ocupará dentro del entorno de estudio y la información necesaria.
- Crear las preguntas y organizarlas de la siguiente manera: Es importante prestar mucha atención al lenguaje y vocabulario utilizado, ya que deben ser significativos y conocidos por la otra persona.
- Encontrar y establecer el lugar de la entrevista: Es necesario crear un área dedicada para realizar la entrevista de manera que se maximice la comodidad de los entrevistados.

2. El tiempo de la entrevista.

Es importante recordar el objetivo de la entrevista en este sentido, que obviamente es que el entrevistado comparta hechos, eventos y circunstancias que ha vivido o de las que tiene conocimiento.

- Establecer un ambiente familiar y de confianza: el entrevistado debe sentirse a gusto y cómodo en el entorno en el que se lleva a cabo.
- Mantener un comportamiento accesible y optimista que fomente y facilite el diálogo. Para que la entrevista salga bien, el tono y el lenguaje elegidos deben ser adecuados para generar apoyo y confianza.
- Establecer un conjunto de formalidades que faciliten la comunicación: hacer una introducción adecuada, explicar el propósito y la razón de ser de la entrevista, establecer los parámetros para compartir la información y la fiabilidad, e indicar la duración y el número de reuniones que se requerirán.
- Formular las preguntas de forma organizada: un conjunto de preguntas bien elaboradas producirá un guión suficiente que ayudará al entrevistador a recopilar datos y manejarlos estadísticamente.
- Tomar nota de la información de la entrevista: existen muchas formas diferentes de registrar el material, incluido audio, vídeo, medios impresos o electrónicos. El entrevistador seleccionará el medio que se utilizará a su discreción; idealmente, esta será la opción más práctica que permita que el material se transmita Para ser registrado con precisión.

2.13.10 Momento de valoración.

Se centra en el proceso de preparación de la entrevista. Evalúa el desarrollo de la entrevista, así como la precisión de la decisión tomada con respecto a su planificación. Determinar si la cantidad y el calibre de la información son apropiados es una tarea crucial. El entrevistador debe plantearse preguntas sobre las decisiones que ha tomado, como:

- La importancia de los objetivos.
- El calibre de las preguntas.

- La forma en que se organizan las preguntas en orden.
- El entorno en el que se llevó a cabo.
- Cuánto duró la entrevista.
- El tipo de documento utilizado.
- Facilitar la búsqueda y consulta de información: una base de datos de una biblioteca permite buscar un libro o revista de forma más rápida que haciendo uso de un fichero o buscando manualmente.

Base de datos

Una base de datos es un instrumento para recopilar y organizar datos. La información sobre personas, bienes, pedidos y otros artículos se puede guardar en bases de datos. En una hoja de cálculo o una aplicación de procesamiento de textos, una lista es la forma inicial de muchas bases de datos. Las redundancias e inconsistencias en los datos comienzan a aparecer a medida que la lista se hace más grande (Microsoft, 2022).

Cualquier base de datos se puede utilizar para los siguientes fines:

- Organizar una gran cantidad de datos para poder encontrar la información que necesita.
- Conocer los hábitos: los minoristas en línea como Amazon.com aprovechan sus registros de consumidores para recomendar nuevos productos.

La creación de una base de datos consta de varias fases. A continuación, se muestra el procedimiento recomendado para la creación de una base de datos, según el sitio web oficial de Microsoft:

1. Determinar el propósito de la base de datos.
2. Localizar y organizar los datos relevantes.
3. Crear tablas utilizando la información.
4. Crear columnas a partir de los elementos de información.

5. Indicar qué claves son principales.
6. Definir las asociaciones entre las tablas.
7. Mejorar el diseño.

2.13.11 Matlab

Matlab es una potente herramienta que combina un lenguaje de programación que expresa directamente las matemáticas de matrices y arreglos con un entorno de escritorio optimizado para procesos iterativos de análisis y diseño. Con los datos importados, la aplicación permite ver cómo funcionan los distintos métodos. Itera hasta conseguir los resultados requeridos y crea automáticamente un programa MATLAB que se puede utilizar para repetir o automatizar el trabajo (The MathWorks, Inc., 1994–2022). Aunque esta herramienta se puede utilizar para muchas otras cosas, sus principales usos son:

- Inteligencia artificial.
- Procesamiento de señales
- Procesamiento de imágenes.
- Visión en ordenadores.
- Comunicaciones computacionales y finanzas.
- Robótica, diseño de control y muchas disciplinas más

Mediante el uso de la interfaz gráfica de usuario de este programa, a veces denominada interfaz gráfica de usuario o interfaz de usuario, las aplicaciones de software se pueden controlar fácilmente con un mouse, lo que elimina la necesidad de aprender un lenguaje y escribir comandos para ejecutar una aplicación. La interfaz gráfica de usuario (GUI) de MATLAB es una colección de comandos y herramientas de bajo nivel que permiten el desarrollo de programas "fáciles de usar" mediante la generación y modificación de objetos gráficos (MATLAB, 2022).

2.13.12 Red neuronal.

Las redes neuronales son técnicas de inteligencia artificial que enseñan a las computadoras a procesar información de una manera similar a cómo las neuronas biológicas se comunican entre sí, un enfoque inspirado en el cerebro humano. A estas redes a veces se las denomina redes

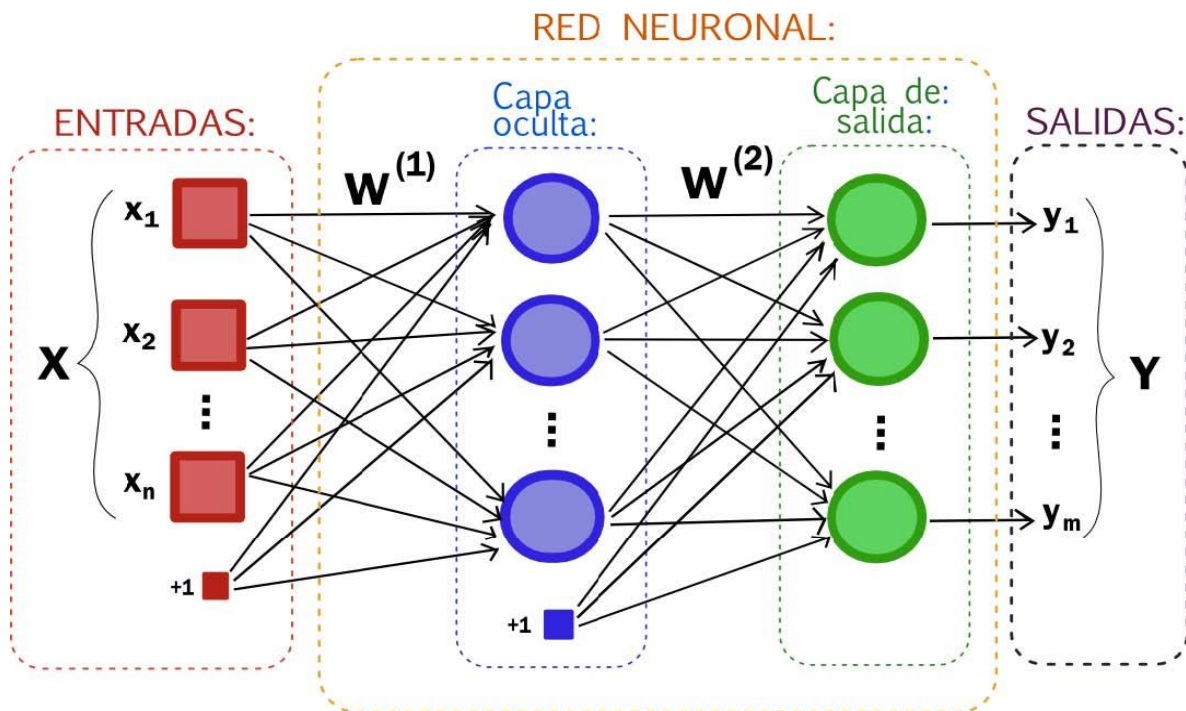
neuronales simuladas (SNN) o redes neuronales artificiales (ANN). Los datos de entrenamiento son esenciales para que las redes neuronales aprendan y se vuelvan más precisas con el tiempo. Sin embargo, estos algoritmos de aprendizaje son herramientas poderosas en la ciencia informática y la inteligencia artificial que nos permiten clasificar y agrupar rápidamente los datos después de ajustarlos para lograr precisión.

Beneficios de las redes neuronales

Según un estudio sobre redes neuronales realizado en 2000 por Carlos R. y Marta B., las redes neuronales artificiales se parecen al cerebro humano en muchos aspectos. Esto indica que tienen muchos beneficios que ofrecer y que este tipo de tecnología se está utilizando en muchos campos. El aprendizaje adaptativo, o la capacidad de adquirir habilidades en función de los conocimientos o instrucciones previas, es uno de los beneficios.

- Auto organización: Durante una fase de aprendizaje, una red neuronal es capaz de ordenar o representar los datos que recibe por sí sola.
- Tolerancia a los errores. La estructura de una red se deteriora cuando se destruye parcialmente, pero incluso las redes gravemente dañadas pueden mantener algunas de sus capacidades.
- Operación en tiempo real: Los cálculos neuronales pueden realizarse en paralelo, una capacidad que se logra mediante el diseño y fabricación de máquinas con hardware especializado.
- Integración sencilla con la tecnología actual: Las redes neuronales que funcionan mejor en tareas específicas pueden equiparse con chips especializados. Esto facilitará la integración de sistemas modulares en los actuales. Los elementos fundamentales de una red neuronal. Las redes neuronales se componen de tres componentes fundamentales; el diagrama de red neuronal se muestra a continuación en la Figura II-. Los elementos fundamentales de una red neuronal.

Las redes neuronales se componen de tres componentes fundamentales; el diagrama de la red neuronal se muestra a continuación en la Figura II-14.



XVII. Figura II-14 composición básica de red neuronal

Está formada por tres capas de neuronas enlazadas (la última puede cambiar). La “capa de entrada”, la “capa oculta” y la “capa de salida” son por donde entran, viajan y finalmente salen los datos. Es importante tener en cuenta que la capa oculta puede estar formada por varias capas. Para distribuir las neuronas en la red, se crean niveles o capas, con un número específico de neuronas en cada una. Hay tres tipos diferentes de capas que se pueden identificar en función de dónde se encuentran en la red:

- La capa de entrada de la red es donde se reciben los datos directamente de fuentes externas.
- Ocultas: no tienen ninguna comunicación directa con el mundo exterior porque están ubicadas dentro de la red. Puede haber cero o una gran cantidad de capas ocultas. Las topologías de redes neuronales varían según cómo se conectan las neuronas en las capas ocultas, así como también de cuántas de ellas haya.
- Salida: se utilizan para enviar datos fuera de la red.

2.13.13 Arquitectura de la red neuronal.

El número de niveles o capas es la base de la organización de las ARN o las RNA.

- Recuento neuronal por nivel.
- Patrones de conexiones.
- Intercambio de información.

Al crear niveles o capas con un número específico de neuronas cada una, se logra la distribución de neuronas dentro de la red (Reyes & Cisneros, 2014). Cada neurona en la red funciona como una unidad de procesamiento de información, es decir, procesa la información obtenida de las conexiones con neuronas en la capa anterior, emite el resultado cuando alcanza un cierto umbral y recibe información de las neuronas en la siguiente capa. El peso de las conexiones entre neuronas en una red neuronal que ya ha sido entrenada se llama peso sináptico. Las sinapsis se utilizan para conectar los nodos en una red neuronal artificial, y la forma de estas conexiones sinápticas controla la función de la red. Estas conexiones sinápticas dirigidas significan que la red está conectada a través de una red neuronal artificial. Solo es posible una dirección de propagación de la información: de la neurona pre sináptica a la neurona pos sináptica. Las neuronas suelen estar organizadas en unidades estructurales conocidas como capas. Una red neuronal está formada por una o más capas (González, 2016). red de retro propagación de alimentación hacia adelante.

Un enfoque de clasificación con inspiración biológica es una red neuronal de propagación hacia adelante. Está formada por muchas (quizás muchas) capas de unidades de procesamiento que se parecen a las neuronas básicas. Cada unidad de una capa está vinculada a cada unidad de la capa anterior. Cada uno de estos vínculos puede tener un peso o fuerza distintos, lo que hace que no todos sean iguales. El conocimiento de una red está codificado en los pesos de estos vínculos. Las unidades de red neuronal se denominan comúnmente nodos. Capa por capa, los datos ingresan a través de las entradas y viajan a través de la red hasta las salidas. No hay entrada entre capas cuando funcionan normalmente, es decir, cuando funcionan como clasificadores. Se las conoce como redes neuronales de propagación hacia adelante por este motivo. El resultado de la retro propagación de nombres.

El error se transmite hacia atrás desde la capa de salida mediante el uso del mecanismo de propagación hacia atrás de la red neuronal. Como resultado, durante el entrenamiento, los pesos de las conexiones entre las neuronas en las capas ocultas pueden variar. Además de afectar la entrada total, las variaciones en los pesos de las conexiones neuronales también afectan la

actividad de una neurona y, posteriormente, su salida. Como resultado, es muy útil tener en cuenta cómo cambia la función de activación cuando cambian los valores de los pesos. En función del cambio en los pesos, esto se conoce como la sensibilidad de la función de activación (Matich, 2001).

2.13.14 Normalización de datos.

El proceso de estructuración de datos en una base de datos se conoce como normalización, según el sitio web oficial de Microsoft. Al eliminar la información redundante y las dependencias inconsistentes, implica construir tablas y las relaciones entre ellas de acuerdo con principios destinados a salvaguardar los datos, así como aumentar la flexibilidad de la base de datos la normalización es necesaria para garantizar que los datos sean consistentes y sigan patrones en varios artículos y revistas, lo que es necesario para asegurar la utilidad de los datos y la interoperabilidad con los sistemas de información (Scielo, 2017).

2.13.15 Análisis de residuales.

Para comprobar si se cumplen realmente los supuestos de linealidad de las relaciones y normalidad de los valores, es fundamental analizar los residuos. Podemos evaluar si nuestros resultados son coherentes o inconsistentes mediante el uso de gráficos y análisis.

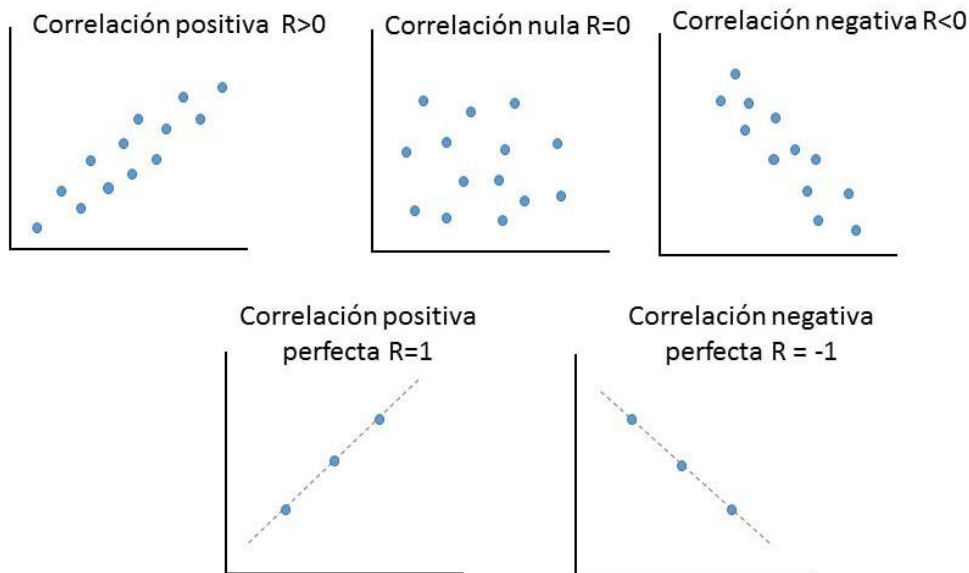
2.13.16 Gráfico de dispersión.

En un artículo de 1890, Galton explicó cómo crear un diagrama de dispersión. Hay varias formas de definir un diagrama de control. Según el documento de correlación y regresión lineal de Clara Laguna, un diagrama de dispersión o nube de puntos se puede utilizar para aprender más sobre el tipo de relación entre X e Y y puede ser útil para identificar cualquier valor inusual o extremo (Lagunas, 2014). Las técnicas de correlación y regresión comparten ciertas similitudes, pero también se adhieren a procedimientos de análisis ligeramente distintos. Sin asumir ninguna direccionalidad en el vínculo entre las dos variables, el coeficiente de correlación establece el grado de asociación lineal entre X e Y. Examinar la dirección y el grado de vínculo entre dos variables cuantitativas es el objetivo de la correlación. De esta manera, analizaremos comprender la fuerza de la relación entre ellos y si el valor de la segunda variable aumenta o disminuye en respuesta a un aumento en el valor de la primera.

Tipos de relación.

Se pueden exhibir diferentes correlaciones, comportamientos o patrones de los datos cuando se crea el gráfico de diagrama de dispersión. La Figura II-14 presenta un gráfico que puede ilustrar varias relaciones.

- Relación positiva fuerte: se forma una tendencia clara al agrupar los datos, mostrando que los valores de la variable independiente y aumentan a medida que aumenta el valor de la variable x. Es notable el hecho de que la dispersión de los datos sea mínima.
- Relación negativa fuerte: se forma una tendencia clara al agrupar los datos, y cuanto mayor sea el valor de la variable x, mayor será la Reducir los valores de la variable independiente y. Es destacable que la dispersión de los datos sea mínima.
- Falta de relación: Como los datos no están agrupados, no hay tendencia de ningún tipo. Llama la atención el alto grado de dispersión de los datos.



XVIII. *Figura II-14 correlación entre las variables Y y X*

2.13.17 Coeficiente de determinación, R².

Este coeficiente, que se define como el porcentaje de la variabilidad total de la variable dependiente Y explicada por la línea de regresión, muestra cuánto se ha ajustado la línea de regresión a los valores de la muestra. Cuanto mayor sea la bondad del ajuste, menos dispersos estarán los residuos (tenga en cuenta que los residuos, también llamados errores, son la diferencia entre los valores estimados por la línea de regresión y los valores reales).

Las siguientes son las características de este coeficiente:

- R² es un número adimensional con un rango de valores limitado a [0, 1].
- R² estará cerca de uno (lo que indica una correlación más fuerte entre las dos variables) cuando un ajuste es exitoso.
- Si una corrección es deficiente, R² será casi negativo (la línea no proporciona una explicación, ya que X e Y no están relacionados).

2.13.18 Estado del arte.

Se revisa el estado del arte en el uso de redes neuronales para resolver problemas de plagas en cítricos.

La producción de mandarinas, una fruta muy buscada y consumida durante las fiestas decembrinas, se vio gravemente afectada en Veracruz por el insecto Huang Long Bing, también conocido como Dragón Amarillo. crearon modelos de redes neuronales (RNA) para identificar fotos de campo e identificar la presencia de plagas en cítricos utilizando una técnica de retropropagación con cantidades variables de PE en las capas ocultas y de salida. Este modelo llegó a la conclusión de que se podía manejar un sistema de reconocimiento de anomalías de plagas basado en redes neuronales artificiales, con tasas de éxito que van del 60 al 90% y del 80 al 100% para la identificación de plagas. El objetivo del muestreo fue encontrar frutas dulces Árboles de naranja (*Citrus synthesis L.*), recolectados en huertas de las localidades de General en Tuxpan, ojite, con síntomas de muerte regresiva y necrosis en tronco y ramas.

Los tejidos que presentaban síntomas de muerte regresiva y necrosis se dividieron en secciones de aproximadamente 1 centímetro en el área donde se unen las partes necróticas y aparentemente sanas. Posteriormente, estas secciones se limpiaron durante un minuto con cloro comercial al 10%, seguido de un lavado con agua bidestilada. Posteriormente, los tejidos se colocaron en cajas Petri conteniendo agar papa dextrosa (PDA) e incubaron a 25 ± 2 °C bajo un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad (Marques et al., 2013). Utilizando el método de punta de hifa, los hongos aislados se sembraron en agar agua y se cultivaron a la misma temperatura y niveles de luz. para producir cepas puras, se dejó reposar durante 4 semanas (Twizeyimana et al., 2013). Durante siete días, las cepas se cultivaron en PDA a 25 ± 2 °C para identificarlas molecularmente. Con modificaciones menores a las instrucciones del fabricante, se utilizó el DNeasy Planta Mini Kit™ (Qiagen, Inc.) para extraer ADN, y un espectrofotómetro Take3™ (Bioselec) para cuantificar el ADN extraído.

- Para modelar y predecir el rendimiento de los cítricos, Singh (2008) sugirió una red neuronal artificial multicapa que utiliza dos algoritmos de aprendizaje: algoritmo de descenso de gradiente (GDA) y algoritmo de descenso de gradiente conjugado (GCDA). De esta manera, se puso de manifiesto el potencial del enfoque de red neuronal.
- California: Se pueden encontrar naranjas grandes con cáscara gruesa en Washington Navel o Bahía. Su ombligo básico o fruto secundario en la base permite identificarlas claramente de las demás. Mala selección de las plantas que se plantaron; la mayoría carece de semillas, otras tienen ombligos muy visibles y algunas tienen una cantidad decente de jugo. Cuando está madura, se puede quitar fácilmente y madura rápidamente. No es adecuada para el negocio de jugos y se come como fruta fresca. El tipo California debe producirse a altitudes superiores a los seiscientos metros sobre el nivel del mar porque necesita un clima moderado. En el mercado, este tipo de naranja suele alcanzar el precio de venta más alto.
- Criolla: Son variedades de naranjas comunes que se pueden propagar por semillas o injertos. Los árboles son grandes, fuertes y algo espinosos. Además, los árboles que crecen sobre raíces no

injertadas son vulnerables a la gomosis. Los frutos maduran temprano y son diminutos, repletos de semillas. La industria es el destino final de casi toda la producción.

Valencia: Esta variedad de naranja es la más buscada en todo el mundo. Produce frutos de tamaño mediano con cáscaras firmes, coriáceas y bastante gruesas. Zumo abundante, una copa algo irregular pero lisa y menos de seis semillas por fruto. Después de madurar, se mantiene en el árbol y puede volverse verde con agua. Es ideal para la industria del zumo y tiene un período de maduración tardío. Entre todas las variedades de naranja, esta es la más buscada en todo el mundo. Es la variedad comercial con mayor rango de tolerancia climática. (2010) BARRETO LOOR

- Parson Brown: Los frutos son compactos y globosos, con una superficie rugosa y una cáscara de grosor medio que contiene una buena cantidad de jugo de alta calidad. Los árboles son fuertes y fructíferos, y produce de diez a veinte semillas que maduran tempranamente.

- Naranjas agrias: Existen varios tipos de naranjas agrias, incluyendo la naranja agria que se utilizó como portainjerto y otras que se utilizan como ornamentales o para recolectar aceite de neroli de las flores. (LOOR BARRETTO) (2010)

Latitud: 36 oC tanto en el norte como en el sur, con clima tropical.

Temperatura: 13 oC y más es ideal porque cualquier temperatura inferior obstaculizaría el desarrollo del cultivo. 30 °C, siendo 23 °C la temperatura ideal. Las temperaturas entre 0 y 12 grados Celsius determinan el color verde del fruto debido al equilibrio de acidez y azúcares en un clima templado. Las temperaturas inferiores a 8 grados Celsius provocan obstrucción de la planta y las temperaturas superiores a 36 grados Celsius provocan la descomposición del fruto. El momento de la floración y el crecimiento se ve afectado por la temperatura; los árboles permanecen en letargo en el invierno y crecen y florecen en el verano.

La gestión de la agricultura

Los elementos principales del llamado paquete tecnológico son el manejo del cultivo, una gama de porta injertos y los tratamientos fitosanitarios. Entre nuestras técnicas agronómicas se encuentran: (Libros de Monografías, 2010)

CAPITULO III DESARROLLO

3.1 Metodología

La metodología planteada en este estudio, consta de 7 fases principales. Cada una lleva al objetivo de la investigación siempre y cuando su desarrollo sea el correcto. Ver figura III-1



XIX. *Figura III-1 metodología planteada elaboración propia*

Cada fase de la metodología, consta de ciertos pasos realizados. Primero, se comenzó con el estado del arte para obtener información de estudios relacionados o con alguna similitud al presente, prosiguiendo con la delimitación del problema en donde se estableció un límite referente a la problemática establecida. La recolección y análisis de información, es un punto particpe donde se recogió la información necesaria para posteriormente proceder a la creación y configuración de dos redes neuronales, las cuales se entrenaron con los datos analizados con anterioridad, de tal manera que se generen diferentes resultados y validarlos, verificando el buen funcionamiento de las mismas, para así llegar a la última fase discusión y conclusión. El siguiente apartado se desglosará más a detalle, los procesos realizados en cada fase propuesta para esta metodología.

3.2 Delimitación del problema.

El municipio de Tuxpan, que forma parte del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, alberga el poblado de Higueral, con una población de 839 habitantes. En términos de población, ocupa el noveno lugar entre todos los poblados del municipio. Según la literatura municipal local, Higueral se encuentra a 22 metros sobre el nivel del mar y se utiliza para fines agrícolas. El cultivo de cítricos es el foco principal de la región. Por la ruta occidental, Tuxpan de Rodríguez Cano, el poblado más poblado del municipio, se encuentra a 12,3 kilómetros del poblado de Higueral. Se encuentra en latitud 20.935000 y longitud -97.495556. Los agricultores de las regiones productoras de maíz con frecuencia desconocen las deficiencias y factores que afectan a los cultivos, como las plagas, el clima, la química y las características físicas que afectan la producción del cultivo.



XX. Figura III-2 Limitaciones en el cultivo de cítricos

Una pregunta sin respuesta en la investigación es cómo determinar las cantidades de fertilizantes en función de los suministros de azufre (S), calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) de los agricultores para el cultivo con el fin de mantener una mayor producción de cítricos. Esta incertidumbre se extiende más allá de saber las cantidades utilizadas; también implica determinar

objetivamente las dosis adecuadas de PKSCAMG que se deben emplear junto con las otras variables para obtener un resultado deseado. Para decidir si se deben aplicar o no fertilizantes en función de los nutrientes vitales, es necesario determinar claramente las cantidades requeridas para cada suelo. Esto permite tener en cuenta todas las variables al evaluar el rendimiento previsto.

3.3 Recolección y análisis de la información

Tras evaluar los distintos métodos de recogida de información, se hizo evidente que en el estudio se incluiría una entrevista estructurada. Esta herramienta en particular ofrece una amplia gama de capacidades que permiten una preparación y adquisición de datos rápida y eficaz. Para completar la información que la entrevista no pudo proporcionar, se consultaron fuentes adicionales fiables.

Objetivo de la entrevista y definición de las variables.

El objetivo principal de la entrevista es, determinar aquellos factores físicos, químicos, climatológicos y las plagas; que influyen en el cultivo de la naranja Ver figura III-3.

Variable.	Medición.	Concepto.	Tipo de variable.	Intervalo – clasificación.
Zona.	Ubicación geográfica	Superficie delimitada, diferenciable de su entorno.	Cualitativa.	Higueral Tuxpan Veracruz ,alamo temapache
Plagas.	Plagas comunes.	Bicho, insecto u organismo no deseado, que pueda perjudicar un cultivo.	Cualitativa y binaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Mosca blanca • Mosca de la fruta • Ácaros. • Minador en cítricos • Piojo rojo de California • Pulgones

Temperatura anual.	C°	Promedio de las temperaturas de todo el año en un lugar determinado,	Cuantitativa.	0 a 15.075

III. Tabla III-3.1 recolección de análisis e información

Precipitación total al año.	Mm	Valor determinado por el promedio de las lluvias registradas en los 12 meses del año.	Cuantitativa.	900 a 1200.3
Radiación solar.	Hrs/años	Energía emitida por el Sol a través de ondas electromagnéticas	Cuantitativa.	600 a 700
Nivel de severidad de sequía.	Clasificación.	Consideración del aumento de las sequías en años recientes de acuerdo a los encuestados.	Cualitativa.	1. Muy fuerte 2. Moderado 3. Leve

Pendiente.	Mm	Grado de inclinación del terreno	Cuantitativo	50 a .100
Altitud.	Msnm	Distancia vertical de un punto desde el nivel del mar en la Tierra	Cuantitativo	7 a 10

IV. *Figura III-3.2 recolección de análisis e información*

Establecidas las variables, cada pregunta estructurada, tuvo la finalidad de obtener la información para determine los factores más influyentes presentes en cada terreno. Como criterio de elección para las preguntas se evaluó que medio, es el más viable para adquirir la información (internet, entrevista o alguna aplicación), ya que algunos factores se pueden conocer mediante fuentes de información confiable, ver figura III-4

3.3.1Entrevista y prueba piloto.

Mediante el medio para obtener la información, se delimito el tipo de preguntas a usar en la entrevista y finalmente crearla. La entrevista formulada a través de los criterios establecidos anteriormente, consto de un total de 17 preguntas, de opción múltiple . Cada pregunta se planteó a modo, que los agricultores entendieran el concepto y finalidad; quedando de la siguiente manera:

V. *Tabla III-4 prueba piloto*

[HIGUERAL , ALAMO CAMPO AGRICOLA]

PROPIEDADES FISICAS Y CLIMATOLOGICAS

- 1) De acuerdo a las temporadas de lluvia, riego del terreno y etc. ¿Cómo considera que es el drenaje externo del suelo?
- 2) ¿Cuál es la estandarización ideal de medición de la semilla de la naranja?
- 3) ¿Indica cuál es el fotoperiodo de la exposición solar de la naranja?
- 4) ¿Cuál es el parámetro de piso altitudinal?
- 5) ¿Cuál es el parámetro de piso altitudinal?
- 6) ¿Qué niveles de pH presentan sus suelos?
- 7) ¿Qué porcentaje de arcilla debe tener sobre el suelo las raíces?

PROPIEDADES QUÍMICAS Y PLAGAS.

- 1) ¿Se utiliza químicos no probados en la naranja?
- 2) ¿Cuál es el periodo que se tarda en desarrollar el tallo sin aceleradores químicos?
- 3) ¿Cada cuánto tiempo y en qué cantidad (Costal / hectárea, kilos /hectárea o etc.); aplica fertilizante en el terreno?
- 4) ¿Cuánto tiempo se puede conservar la naranja?
- 5) ¿Qué tipo de suelos son ideales para el cultivo?
- 6) ¿Cuál es la acidez o alcalinidad del suelo que estás plantando?
- 7) ¿Qué tipo de plagas son comunes en su cultivo?
- 8) ¿Cumple con los requisitos de la norma 4042?

RENDIMIENTO

- 1) ¿Cuál es el rango de humedad relativa?
- 2) ¿Cuánta producción de naranja obtiene al final de la cosecha en toneladas?
- 3) ¿que también se da la consistencia de la naranja en higueral??
- 4) ¿Cuánto desperdicio se genera al levantar la cosecha del cultivo?
- 5) Del total de naranja que cosecha, ¿Qué porcentaje se desperdicia?
- 6) ¿En cuánto se reduce el rendimiento si le cae la plaga?

Verificada la validez de la información mediante la prueba piloto, se designaron 2 comunidades cercanas a la zona, esto fue a la limitante de recursos y medios, para adquirir la información, se lograron recabar aproximadamente 200 entrevistas en total en la región. Estas entrevistas contaban con un enfoque a agricultores conocedores del tema, para evitar la mal aplicación de la misma y recolectar información no certera por el desconocimiento del tema, este aspecto también presento un problema al momento de no encontrar muchas personas agricultoras, no porque no hubiera en las comunidades, sino porque era muy difícil ubicarlos para entrevistarlos.

3.4 Análisis de la información y creación de la base de datos.

las 2 comunidades entrevistada, donde se lograron levantar 200 entrevistas: higueral, Temapache. Ver figura III-5



XXI. Figura III-5 lugares entrevistados

3.5 Variables cualitativas y cuantitativas recabadas directamente.

Tras un minucioso estudio de cada respuesta recibida, los datos exactos se incorporaron a una base de datos inicial compuesta por 200 variables, tanto cualitativas como cuantitativas. Por ejemplo, las variables relativas a las diferentes especies de plagas presentes en el cultivo se eliminaron y se insertaron en el lugar correspondiente de una página de Excel en las preguntas 5 y 7 de la categoría "Propiedades químicas y plagas". El resto de los datos extraídos se insertaron de la misma manera.

Zona	Mosca blanca	Hormiga Roja	Gusano cogollero	pulgones
higueral	0	1	1	1
higueral	1	1	1	0
ojite	1	1	1	1
temapache	0	1	1	1

VI. Tabla III-6 variables cualitativa e cuantitativas

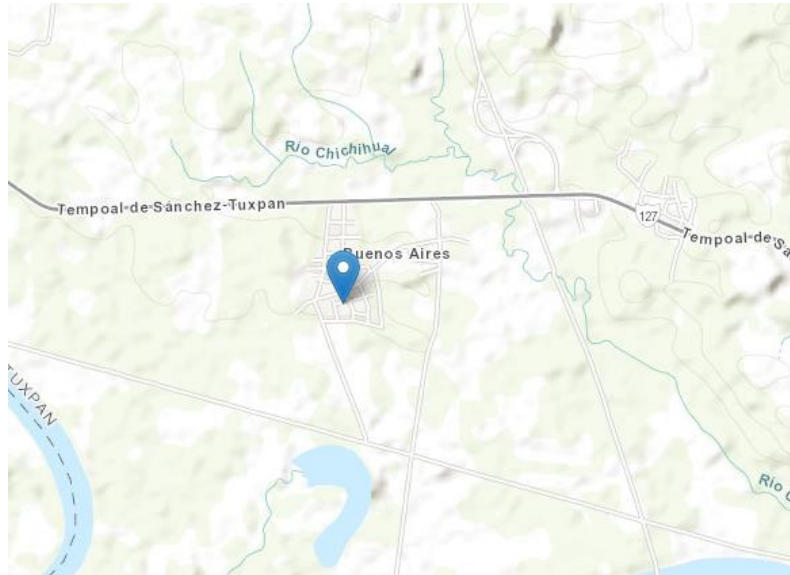
Las variables recuperadas en esta pregunta fueron cualitativas y se filtraron los datos a información binaria (0 y 1) para que las variables pudieran ser manejadas en la base de datos original, es decir, si la plaga existía se marcaba con el valor 1 y si no, se marcaba con el valor 0. Ver figura III-6.

Variables cualitativas y cuantitativas recabadas indirectamente.

Las variables que necesitaban otro medio para poder validarlas, fueron:

- Altitud (m.s.n.ms).
- Pendiente (%).
- nutrientes, fosforo, potasio, magnesio y calcio.

La altitud y pendiente, se lograron obtener gracias a Google mapa Pro (Google maps, 2023) , mediante a las zonas entrevistada y la ubicación aproximada del cultivo de cada agricultor que se entrevistó. Ver figura III-7



XXII. Figura III-7 altitud de la zona de las encuestas

XXIII. Fuente: Google mapas

Las preguntas referentes a fertilizantes usados por agricultores y las veces que es aplicado por cosecha, fueron indispensables para determinar los nutrientes como magnesio, fosforo, potasio, azufre y calcio, que se adquieren en el cultivo gracias a la fertilización. La información adquirida en las entrevistas trae consigo la necesidad de distinguir con claridad los nutrientes que aporta cada tipo de fertilizante y las veces que es aplicado removidas en el fruto de naranja.

Los fertilizantes líquidos son los más utilizados en los cultivos de naranjas. Se trata de sustancias, naturales o artificiales, que aportan uno o más de los nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento, desarrollo, reproducción u otras funciones.

* Los nutrientes magnesio MG, potasio K, fósforo P, nitrógeno N y molibdeno MO pueden ser translucidos dentro de la planta. Los siguientes nutrientes son inmóviles en las plantas: azufre S, calcio CA, hierro FE, cobre CU, magnesio MN, zinc ZN y boro B.

La frecuencia con la que se aplica el fertilizante al cultivo se muestra en la tabla adjunta, en la que se puede observar que la mayoría de los entrevistados indicaron que tienen dos cosechas al año, una corta y otra larga, y que aplican dosis variables durante cada cosecha.

ELEMENTO	DOSIS	1*APLICACIÓN	2*APLICACION
N	150 -200	60%	40%
P2O5	25 -50	50%	50%
K2O	150 -200	40%	60%
MGO	20- 40	50%	50%
S	15 -50	50%	50%
N	2-4	50%	50%

VII. Tabla III -7 requerimientos nutricionales para la naranja en producción

Fuente: fertilizantes en los cítricos

Para la fertilización de cítricos se suelen utilizar fertilizantes de fórmula completa como 18-5-15-6-2, 20-7-12-3-1, 2, 15-5-5 y nitrato de amonio. Para maximizar su eficacia durante los dos primeros años, cuando el desarrollo de la planta es el factor más crucial, se aplicará fertilizante nitrogenado en fracciones. Cuando se aplica de esta manera, el suministro de nitrógeno de la planta se mantiene durante un período de tiempo más largo y se minimizan las pérdidas por lixiviación inducida por la lluvia.

año	elemento	época de aplicación		
		al establecer la plantación	4 meses después	3 a 4 meses después
primero	nitrógeno	1/3	1/3	1/3
	fosforo	todo	--	--
	potasio	1/2	1/2	--
		inicio brotación	4 meses después	3 a 4 meses después
segundo y tercero	nitrógeno	1/3	1/3	1/3
	fosforo	todo	--	--
	potasio	1/2	1/2	--
cuarto en adelante	nitrógeno	1/2	1/2	--
	fosforo	todo	--	--
	potasio	1/2	1/2	--

VIII. Tabla III- 8 Época de aplicación de los fertilizantes de acuerdo con la edad de las plantas

La aplicación del fertilizante debe hacerse en un área de 30 a 50 centímetros alrededor de la proyección de la copa. El fertilizante debe estar cubierto; se puede aplicar y mezclar bien en los primeros 5 cm de tierra (con un rastrillo) y luego se debe cubrir con los restos de tierra u hojarasca. El fertilizante nunca debe dejarse expuesto al aire libre.

Área de Estudio

En la región citrícola del municipio de Huimanguillo, Tabasco, situada entre las coordenadas 17° 33' a 17° 55' N y 93° 26' a 93° 51' O, se realizó trabajo de campo de febrero de 2005 a mayo de 2006. En esta región predomina un clima cálido-húmedo Af(m), con lluvias durante todo el año y una temperatura media anual de 26.2 °C y 2290 mm de precipitación. Los suelos se categorizan principalmente en varias subunidades del grupo Acrisola.

$$N = \frac{\sum N^2 p \frac{q}{w}}{N^2 D} + \sum N p q$$

Fuente: BealeMH, HaganMT, HowardB.D (2010).NeuralNetworkToolbox7user'sguide.TheMathWorks

I. Ecuación III- 4 tamaño de producto agrícolas

Dónde: p = productores de naranja higueral, q = productores de naranja, D = precisión requerida y n = tamaño de la muestra, N = tamaño de la población (productores de cítricos).

Recolección de hojas

El proceso de muestreo de hojas implicó la recolección de muestras compuestas, cada una de ellas formada por ocho hojas de tamaño similar de diez árboles de cada plantación. A una altura de aproximadamente 1,70 metros sobre el suelo, bajo plena iluminación, se recolectaron hojas del quinto nudo desde el ápice de las ramas infructuosas durante los últimos cinco a siete meses de crecimiento y se distribuyeron alrededor de los cuatro puntos cardinales del árbol. Se eligieron árboles que reflejaran el crecimiento del cultivo para cada plantación. Las muestras se recolectaron entre las 6:00 y las 9:00 a.m. (Chapman y Pratt, 1973), se utilizaron bolsas de papel etiquetadas para guardarlas y se mantuvieron a ± 4 oC mientras se transportaban al laboratorio para su preparación y análisis. No se recoge inmediatamente después de mucho rocío o lluvia intensa.

Conceptos básicos del análisis nutricional

Se utilizaron tres enfoques distintos para interpretar los resultados de laboratorio. El enfoque tradicional, conocido como rango de suficiencia (SR), implicó comparar los valores de la muestra con los valores de referencia del cultivo de interés para comprender los resultados.

Se utilizaron los siguientes procesos para calcular los valores de la muestra y los estándares para la interpretación con el método DRIS: 1. Nuestros hallazgos llevaron al establecimiento de las proporciones de elementos N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, N/Fe, N/Cu, N/Zn, N/Mn, N/B, y así sucesivamente para cualquier proporción concebible. 2. Se utilizaron las ecuaciones 2 y 3 para crear las funciones que comparan los datos analíticos con los datos estándar:

$$F\left(\frac{N}{P}\right) = \frac{\left(\frac{N}{P_{dato}}\right) - \left(\frac{N}{P_{norma}}\right)}{\left(\frac{N}{P_{dato}}\right)(CV)} 100$$

II. Ecuación III- 5 método DRIS

Fuente: MathWorks(2021). HelpcenterR2021a. TheMathWorksavailablein: <https://la.mathworks.com/help/deeplearning/ref/nntool.html>

$$F\left(\frac{N}{K}\right) = \frac{\left(\frac{N}{K_{dato}}\right) - \left(\frac{N}{K_{norma}}\right)}{\left(\frac{N}{K_{dato}}\right)(CV)} 100$$

Fuente: BealeMH, HaganMT, HowardB.D(2010). NeuralNetworkToolbox7user'sguide. TheMathWorks

III. Ecuación III-6 interpretación de análisis nutrimentales

3.5.1 Requer.....

Tabla 1. Nutrientes removidos en el fruto de naranja según diferentes autores.

Fuente	N	P	K	Ca	Mg	S
----- kg/ton -----						
Chapman y Kelly (1993)	1.18	0.25	2.03	0.95	0.18	0.11
Smith y Reuter (1953)	1.25	0.15	1.77	0.45	0.19	--
Labanauskas (1972)	1.85	0.17	1.79	0.78	0.17	--
Bataglia et al. (1977)	1.90	0.17	1.50	0.53	0.13	0.14

IX. Tabla III-1 Nutrientes removidos en el fruto de naranja

Aunque los frutos cítricos absorben nutrientes durante todo el año, esta absorción es más notoria durante los períodos de floración y producción de frutos. El elemento más prevalente en las partes vegetativas de la planta es el calcio (Ca), al que le siguen el fósforo (P), el azufre (S), el nitrógeno (N), el potasio (K), el magnesio (Mg) y el azufre (S). Pero los elementos más prevalentes en el fruto son el N y el K. El fruto contiene el 70% del K y alrededor del 30% del N total de la planta.

Calcular la cantidad de nutrientes extraídos de los frutos cosechados es un método útil para determinar las necesidades nutricionales de los frutos cítricos. Es decir, los nutrientes que, en la parte de la planta que se vende, finalmente salen del campo. La asimilación ver tabla III-2

Tabla 2: Nutrientes desprovistos de nutrientes de frutos de naranja: Valencia, temapache, ojite e higuera (Molina y Morales; 1994).

N	P	K	Ca	Mg	S
----- kg/ton -----					
1.49	0.30	2.33	0.64	0.29	0.12

La clorosis o el amarilla miento de las hojas son deficiencias. Hojas pequeñas, delicadas y delgadas. Cuando hay frutos en una rama, la clorosis es más notoria. Los frutos tienen piel fina, son diminutos y maduran temprano. Disminución de la muerte regresiva de las ramas, de la defoliación y del crecimiento de la planta.

Tabla 3: Pérdida de nutrientes del fruto de naranja por hectárea.		
Nutriente	Remoción	(kg/ha)
N	60	
P	12.3 P;	28.2 P ₂ O ₅
K	96.0 K;	114.7 K ₂ O
Ca	25.6	
Mg	11.6	
S	4.8	

XI. Tabla 3-III remoción de nutrientes por hectárea de fruto de naranja

Fuente: ficha técnica de los cítricos

La extracción de nutrientes para una producción de 4 cajas de fruta por árbol en cada ciclo se muestra en la Tabla 3 (40,8 kg/caja, o alrededor de 40 toneladas/ha). El elemento que se ha eliminado en mayor cantidad es el K, seguido del N. Si se toma en cuenta N: P₂O₅:K₂O, la relación de extracción de fruta es de 2:1:4. Estos números proporcionan una estimación aproximada de la cantidad de fertilizantes que se deben agregar al suelo para mantener un rendimiento de cuatro cajas por árbol.



XXIV. *Figura 1-III. Típica deficiencia de Zn en hojas de naranja.*

Este nutriente es esencial para la fotosíntesis, el metabolismo del N y los procesos respiratorios porque actúa como catalizador de estos sistemas enzimáticos. Los suelos alcalinos y arenosos presentan frecuentemente deficiencias de magnesio. Ciertos suelos ácidos con baja CIC y alta lixiviación también pueden experimentarla. Deficiencia: Se manifiesta en las hojas jóvenes como un tono verde pálido o amarillento entre las nervaduras, muy parecido al zinc. El grado de clorosis es menos severo que el del zinc. Los frutos tienen un tinte claro y son tiernos.

3.5.2 Hierro

La clorofila se forma a través de la activación de una enzima por el Fe. Se sabe que los suelos arenosos con baja concentración de hierro y los suelos calcáreos tienen un déficit de Fe. Debido a que el B es esencial para la división celular, su falta tiene un impacto significativo en el desarrollo meristemático de las plantas. Además, interfiere con la germinación del polen, la reproducción y el movimiento de azúcares y otras sustancias orgánicas de la hoja al fruto. Es posible que el B sea el micronutriente que tiene el mayor impacto en la productividad y calidad del fruto. Dado que el B y el Zn son los micronutrientes más cruciales para el desarrollo de los cítricos, los planes de fertilización generalmente los contienen.

3.5.3 Falta de capacidad: Las hojas jóvenes que carecen de vitamina B presentan malformaciones y amarilleamiento de las nervaduras centrales y laterales. Las hojas más viejas se retuercen y distorsionan. A medida que las ramas se marchitan, surgen varios brotes vegetativos. Los frutos

son duros, diminutos y tienen una piel áspera y gruesa con zonas de goma en el interior de los segmentos. También tienen poco jugo.

3.5.4 Abuso: Debido a que el rango entre insuficiencia y toxicidad es tan estrecho, es fácil crear toxicidad B.

Tabla 4. Diagnóstico foliar de color naranja.

Elemento		Rango Deficiente	Bajo	Optimo	Alto	Exceso
N	%	2.2	2.2-2.3	2.4-2.6	2.7-2.8	2.8
P	%	0.09	0.09-0.11	0.12-0.15	0.17-0.29	0.3
K	%	0.4	0.4-0.7	0.7-1.1	1.1-2.0	2.4
Ca	%	1.5	1.5-2.9	3.0-5.5	5.6-5.9	7.0
Mg	%	0.15	0.15-0.25	0.26-0.6	0.7-1.1	1.2
S	%	0.14	0.14-0.19	0.2-0.3	0.4-0.5	0.5
B	mg/kg	21	21-30	31-100	101-260	260
Fe	mg/kg	35	35-59	60-100	130-200	250
Mn	mg/kg	16	16-24	25-200	300-500	1000
Zn	mg/kg	16	16-24	25-100	110-200	300
Cu	mg/kg	3.6	3.6-4.9	5-15	17-22	100

XIII. TABLA 4-III diagnóstico de foliar en naranja

XII. Fuente: de ficha técnica de los cítricos

3.6 Fertilización

La fertilización de los cítricos hace especial hincapié en el aporte de nitrógeno y potasio, ya que los resultados de investigaciones a nivel mundial indican que estos nutrientes son los que más influyen en el rendimiento y la calidad de los frutos. Dependiendo de las cualidades de fertilidad del suelo, otros nutrientes pueden ser cruciales. Por ejemplo, en suelos arenosos, ácidos y en determinadas situaciones en las que se producen desequilibrios de potasio, se deben tener en

cuenta el calcio y el magnesio. Los análisis de suelo y foliares ponen de manifiesto esta situación. Dado que las naranjas tienen una sensibilidad limitada al fósforo, este elemento se suele aplicar en pequeñas dosis, centrándose en los primeros años de crecimiento vegetativo.

3.7 Fuentes de fertilizantes

La mayoría de los fertilizantes utilizados en la fertilización de naranjos son mezclas complejas con componentes tanto químicos como físicos. El tipo de fertilizante determina la fuente de N. La urea se emplea típicamente en combinaciones físicas, aunque el N también se puede utilizar en mezclas químicas como una fuente adicional. Considerando la adición de S al N en mezclas físicas, también se puede utilizar sulfato de amonio. Dado que el sulfato de amonio tiene un efecto ácido residual más fuerte que la urea y el nitrato de amonio, debe considerarse en esta situación. Sin embargo, es un buen proveedor de N en suelos con pH alto. Las fuentes más frecuentes de P son el superfosfato triple, DAP y MAP en mezclas físicas y el fosfato diamónico (DAP) y el fosfato monoamónico (MAP) en mezclas físicas. Ecuaciones químicas. Las fuentes de K incluyen cloruro de potasio (KCl) y sulpomag, también conocido como K-Mag. Ocasionalmente, existe incertidumbre con respecto al peligro potencial de aplicar KCl a los cítricos porque contiene cloro (Cl), que se considera venenoso. Sin embargo, no hay prueba de que el KCl sea malo para los cítricos, especialmente si se considera que la fruta se produce en áreas extremadamente lluviosas y suelos de pH ácido donde el Cl puede drenar fácilmente. En suelos de pH alto que tienen tendencia a acumular sales, se puede utilizar sulfato de potasio en lugar de KCl como fuente de K. Para recomendaciones de fertilización de naranjas, consulte la tabla III-5.

3.8 Dosis de nutrientes

A la hora de crear un programa de fertilización de naranjas hay que tener en cuenta varios factores, como el suelo, la humedad, el medio ambiente, la variedad y el porta injerto, pero el tipo de suelo es uno de los más importantes. Por ejemplo, la mayoría de las fincas de cítricos de Florida están situadas en suelos arenosos con bajas cantidades de materia orgánica y baja capacidad de intercambio catiónico, deficientes en calcio, magnesio y fósforo. Debido a estas circunstancias, se debe utilizar un programa de fertilización agresivo, que implique el aporte de cal y elementos menores además de N y K. Las propiedades químicas y físicas de estos suelos

son significativamente diferentes a las de otros países latinoamericanos donde se cultivan naranjas, por lo que se recomienda utilizar recomendaciones. Ver tabla III-5

Tabla 5. El impacto de la fertilización nitrogenada en la producción agrícola Higueral, temapache, ojite (cosecha).

Dosis de N (kg/ha)	Naranja Cajas/ha*	Jugo LSST/ha**
0	253	1254
50	418	1998
100	498	2365
150	719	3448
200	549	2351

* Cajas de 40.18 kg de naranja fresca
 ** Libras de Sólidos Solubles Totales en el jugo de naranja
 Fuente: Molina y Morales, 2021

XIV. Tabla III-5 efecto de fertilización Fuente: ficha técnica de los cítricos

El criterio 1 y 2, redactado con anterioridad, se evaluó mediante una tabla, que describe las cantidades de nutrientes que aporta cada fertilizante esto de acuerdo a la ficha técnica de cada uno. Ver tabla III-6

Necesidades nutricionales durante la producción de naranjas.

Elemento	Dosis (kg/ha)	1º Aplicación	2º Aplicación
Nitrógeno (N)	150-200	60%	40%
Fósforo (P ₂ O ₅)	25-50	50%	50%
Potasio (K ₂ O)	150-200	40%	60%
Magnesio (MgO)	20-40	50%	50%
Azufre (S)	15-50	50%	50%
Boro (B)	2.4	50%	50%

Fuente: ficha técnica de los cítricos

XV. Tabla III-5 .1 requerimiento de producción de la naranja

XVI. Tabla III-6 requerimiento nutrimentales para la naranja en producción

3.9 Contenido final de la base de datos

Se encontraron diecinueve variables distintas, tanto cualitativas como cuantitativas. La sección III-7 muestra una parte de la base de datos finalizada. Ver tabla III-7

Zona	Mosca blanca	Pulgones	Hormiga roja	Áfidos	Temperatura anual (°c)	Precipitación total del año (mm)	Radiación solar (hrs/año)	Nivel de severidad de sequia	Pendiente %	altitud
Higueral	0	1	1	1	15.075	900-1200	600-700	Muy fuerte	4.80	50
Ojite	0	1	1	1	15.075	900-1200	600-700	Moderado	1.05	15
Ojite	0	1	1	1	15.075	900-1200	600-700	Moderado	0.69	70
Temapache	1	1	1	0	15.075	900-1200	600-700	moderado	0.55	25.6
Temapache	1	0	1	0	15.075	900-1200	600-700	moderado	0.79	33
Higueral	0	0	1	0	15.075	900-1200	600-700	Muy fuerte	2	54

XVII. *Tabla III-7 descripción de los terrenos sequias*

3.10 Creación y configuración de la red neuronal

Los datos almacenados en la base de datos sirven como base para crear un sistema inteligente basado en redes neuronales que predice las dosis de MGPK y el rendimiento anticipado, al tiempo que identifica la importancia de los factores más importantes en cada pronóstico.

Las predicciones, se determinan, a través del software Matlab y para determinar las variables de mayor impacto se utilizó una formula. Es importante mencionar que el software a utilizar,

solo puede manejar variables cuantitativas por ello es necesario categorizar aquellas variables de tipo cualitativo a cuantitativo.

3.11 Red neuronal en Matlab.

Matlab, maneja variables de tipo cuantitativo, entonces las variables cualitativas, tienen que ser transformada a valores cuantitativos. La base inicial, constaba con 5 variables cualitativas, mismas que tienen que convertirse a datos numéricos, para la conversión de las mismas se les designo un valor numérico,

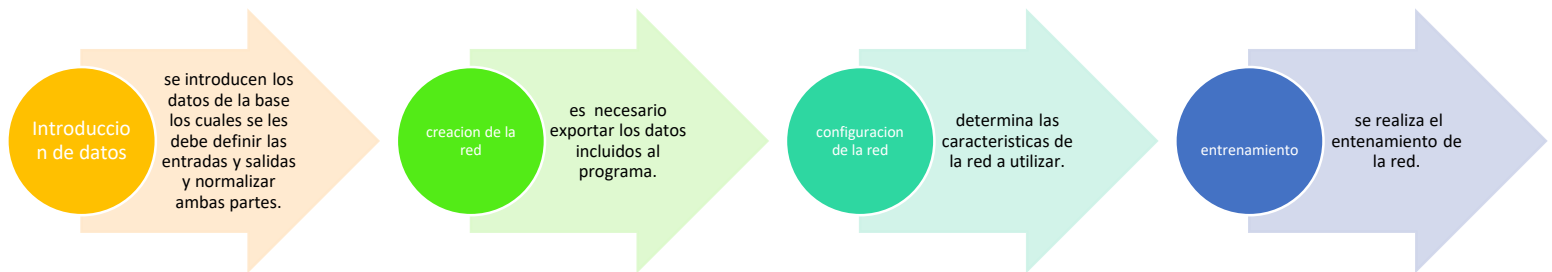
N°	Zona	Índice de severidad de sequía	Insecticida	Radiación solar	Textura
1	Ojite	Muy fuerte	Bueno	Bueno	Franco-arcilloso
2	Higueral	Moderado	Moderado	Moderado	Franco-arenosa
3	Temapache	Moderado	Bueno	Malo	Franco-arcilloso
4	frijolillo	Moderado	Malo		Franco-arenosa
5	Potrero del Llano	Muy fuerte	Bueno		arcilloso

XVIII. Tabla III-8 Designación de valores numéricos

El número designado para cada variable, sustituye los valores cualitativos, para que la base a utilizar, contenga solo valores numéricos. Este software puede obtener diferentes salidas en una red, como es el tema de interés predecir las dosis de MGPK para el maíz y el rendimiento esperado, directamente se crearon dos modelos con salidas diferentes, el primer modelo tendría como salida las dosis MGPK (magnesio, fosforo y potasio), mientras que el segundo modelo su salida fue el rendimiento esperado

3.12 Creación y configuración de la red.

Para crear la red, se sigue una serie de pasos, pero antes de hacer el seguimiento; es importante que, La hoja de Excel para la base de datos. contenga solo valores numéricos y que las columnas finales coincidan con las variables de salidas que se buscan obtener en el modelo. Entendiendo lo anterior, se establecen la siguiente serie de pasos figura III-8



XXV. Figura III-8 proceso de red neuronal

3.13 Introducción de datos y normalización de entradas y salidas.

Para construir la red neuronal y rendimiento esperado, es necesario ingresar los datos al programa. El llevar a cabo este proceso, trae consigo 3 partes que se deben cumplir: 1.- Definir un nombre para la base, mediante la siguiente

$$\text{Nombre} = [\text{Base de datos}]$$

IV. Ecuación III-1 definición del nombre

Donde: Nombre: Representa el nombre que se le dese dar a la. Base de datos: La base de datos debe ser administrada. Definir entradas y salidas, de la base nombrada y al mismo tiempo trasponerlas con el uso de un apostrofe. Este proceso se puede llevar a cabo con la Ecuación III-2

$$\text{entradas, salidas} = \{\text{inicio: fin}\}$$

V. Ecuación III-2 Definición de entradas y salidas

Donde:

Entradas o salida: Sera de acuerdo a la definición que se quiera establecer. Nombre: Es el mismo nombre que ha sido definido con anterioridad a la base. Inicio: Rango inicial de datos para entrada o salida.

Final: Rango final hasta donde llegan las entradas o salidas

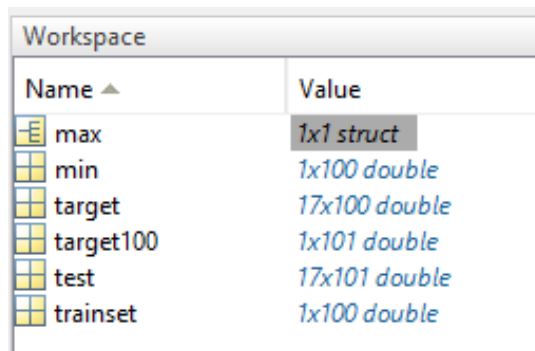
Normalizar los valores de entrada y salida, mediante la Ecuación III-3.

$$[min, max] = \text{mapminmax}[\text{entradasosalidas}];$$

VI. Ecuación III-3 Normalización de entradas y salidas

Fuente: BealeMH,HaganMT,HowardB.D(2010).NeuralNetworkToolbox7user'sguide.TheMathWorks

Aplicados los comandos, se obtiene como resultado la explicación de las variables de entrada y salida; también la normalización de los valores. Para observar un poco más a detalle, ver la Figura III-9, donde se presenta la introducción de los datos y su definición en Matlab

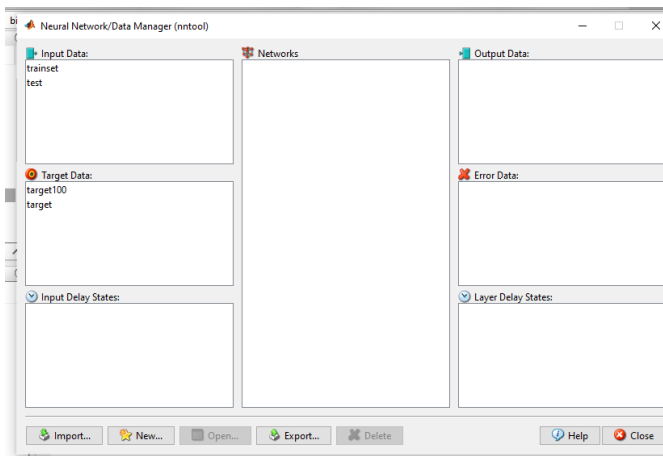


Name	Value
max	1x1 struct
min	1x100 double
target	17x100 double
target100	1x101 double
test	17x101 double
trainset	1x100 double

XXVI. figura III-8 introducción de datos en Matlab 2018

Creación de la red.

Establecido el conjunto de datos, para la creación de la red en la hoja de Matlab, el comando `nntool`, que abre una ventana para proceder con la creación del modelo MGPKS y el rendimiento esperado, acorde a los datos ingresados.

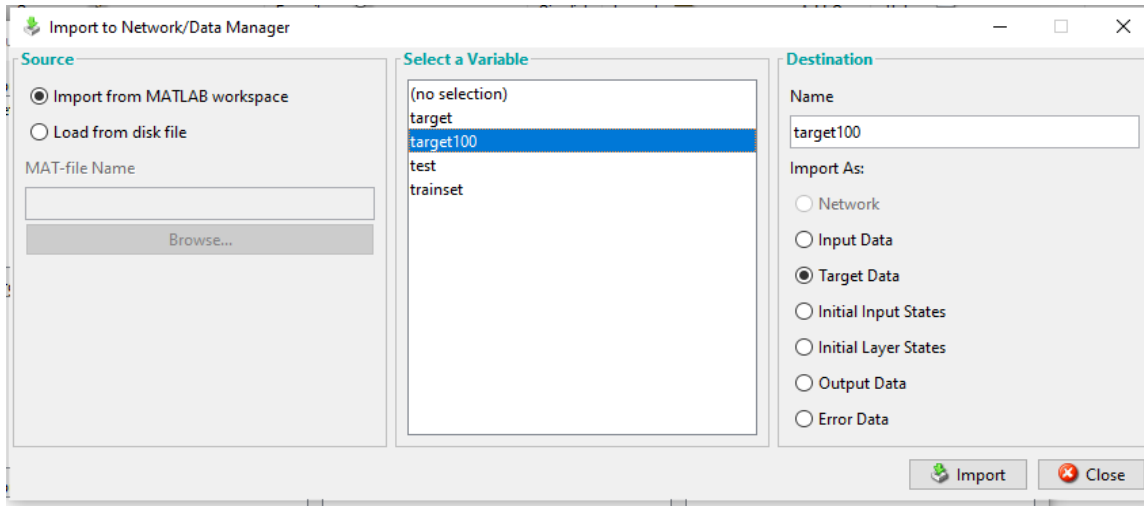


XXVII. *figura III-9 Ventana de nntool en Matlab 2018*

En la ventana generada se importan los valores introducidos anteriormente (entradas y salidas). Matlab permite importar parte por parte, cada conjunto de valores:

- Las entradas se importan al destino Input data.
- Las salidas al destino Target Data.

En ambos casos importados, se debe verificar que aparezca, un cuadro de dialogo donde mencione que la red ha sido importada, ver Figura III-10.

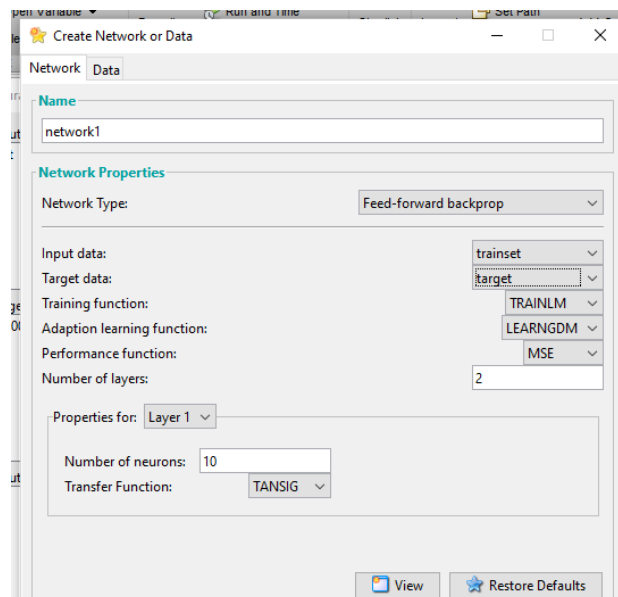


3.14

XXVIII. figura III-10 Importación de datos en Matlab 2018

Configuración de la red

La red se puede configurar una vez construida. Se muestra cómo se puede configurar cada componente de la red utilizando Matlab. El tipo de red, las opciones elegidas para las entradas y salidas, la función de rendimiento, el número de capas, el número de neuronas, la función de entrenamiento, la función de aprendizaje de adaptación y la función de transferencia son todas modificables. Se configura la red como se considere oportuno, asegurándose de que cada segmento sea lo más ideal posible para el uso previsto de la red y los resultados que se muestran en la figura III-11.



XXIX. figura III-11 Configuración de la red neuronal en Matlab 2018

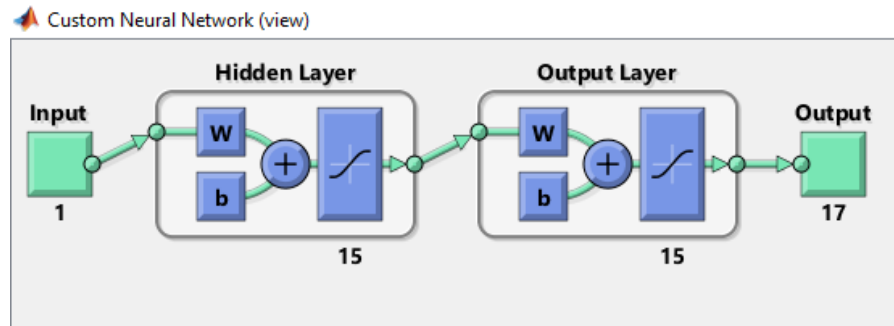
Para la configuración utilizada en los ambos modelos MGPKS y rendimiento, se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Network Type – Tipo de red: El software cuenta con distintos tipos de redes para utilizar, los modelos plasmados para este estudio requirieron el uso de una red Feed-Forward backpropagation, porque este tipo es el más óptimo para el modelo.
- Input data (Entradas) y target data (Salidas): Se incluyen las entradas y salidas, que con anterioridad se exportaron a la red de cada modelo.

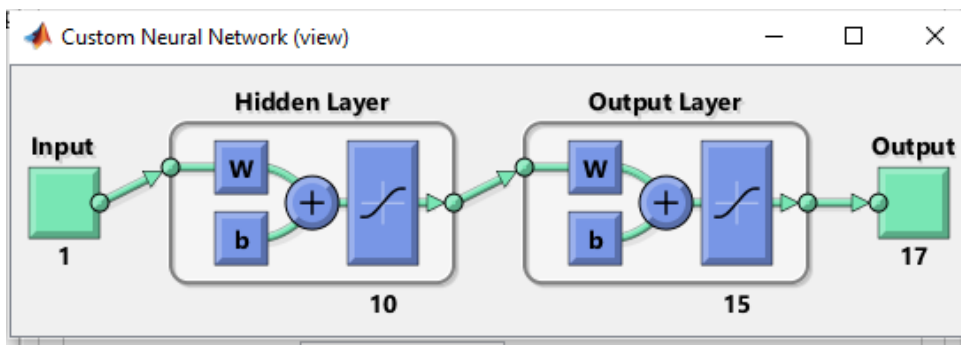
Función de entrenamiento: Hay 14 funciones de entrenamiento disponibles en Matlab. La red neuronal de interés debe ser administrada por la función de entrenamiento TRAINLM, ya que es el algoritmo supervisado óptimo más recomendado con el menor número de salidas. Esta función utiliza la optimización de Levenberg-Marquardt para actualizar los valores de peso y sesgo (MathWorks, 2022).

- Función de rendimiento: Matlab admite dos funciones de rendimiento. Se eligió la función de error cuadrático medio (MSE) porque mide el rendimiento de una red utilizando este método (MathWorks, 2022).
- Número de capas: Podemos configurar nosotros mismos el número de niveles para aumentar la capacidad de la red para el procesamiento de datos. Se pueden agregar capas adicionales.
- Propiedades de las capas. Propiedades de las capas: La cantidad de neuronas en cada una Se puede ajustar la capa para agregar neuronas adicionales a cada capa, siempre que la red tenga más capas.
- Número de neuronas: el rendimiento de la red determina cuántas neuronas se utilizan. Puede agregar más neuronas a la red hasta que tenga un mejor rendimiento si su rendimiento es deficiente. En este caso, se empleó una red con 10 neuronas como tamaño predeterminado.

Una vez finalizada la configuración de la red, el software permite a los usuarios inspeccionar la estructura de la red para el modelo con salidas NPK y rendimiento previsto. Ver Figura III-12.



XXX. figura III-12 red neuronal MGPKS Y red de rendimiento esperado en Matlab 2018



XXXI. figura III-12 red neuronal MGPKS Y red de rendimiento esperado en Matlab 2018

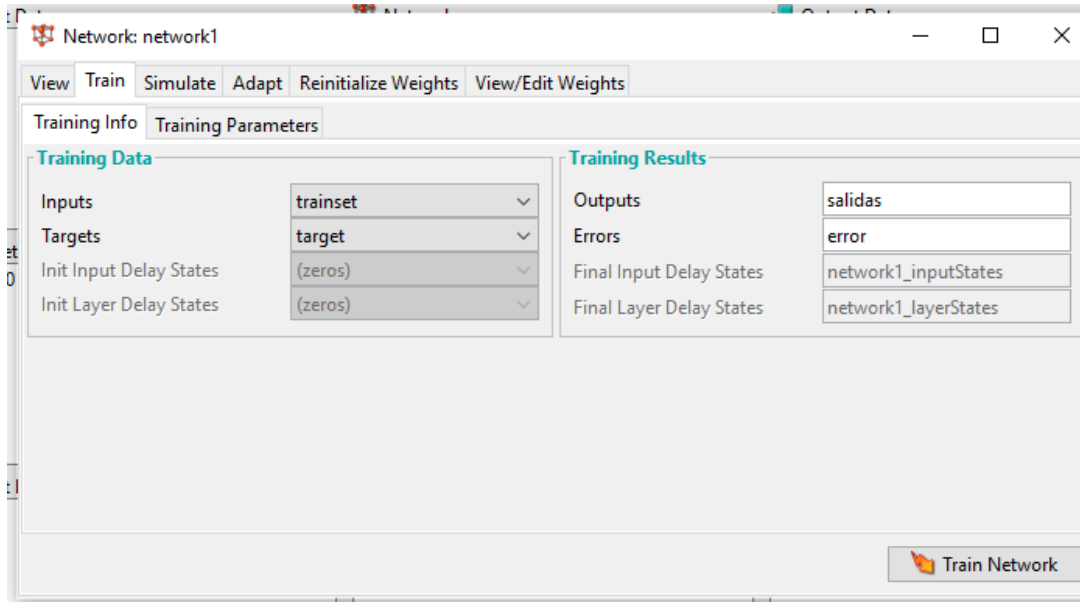
Descripción.	NPK	Rendimiento esperado.
Entrada de variables.	1	1
Entrada de salidas.	7	17
Neuronas	10	15

XIX. *Tabla III-14 entradas y salidas del modelo NPK*

En el modelo NPK, se introdujeron 1 variable de entrada y 17 de salida que fueron el magnesio, azufre, fosforo y potasio. Y para rendimiento esperado, se anexaron 15 variables de entrada y salida solamente una que corresponde al rendimiento que se espera.

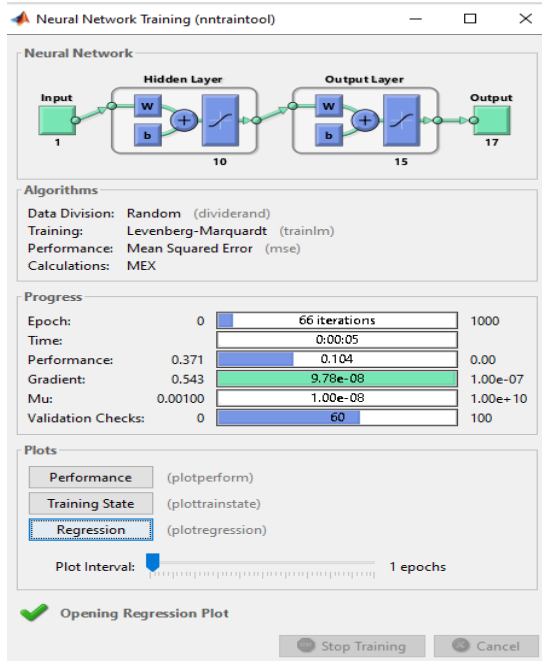
3.15 Entrenamiento sobre la red.

Instrucción de red para ambo modelos NPK y rendimiento esperado, permite que se configure la red para que aprenda sobre la marcha, un aspecto considerable que se debe tener en cuenta es que la red puede ser entrenada varias veces y esos entrenamientos ayudan a mejorarla y minimizar los errores; asimismo puede sobrentrenarse. Antes de simular la red, se deben seleccionar las entradas y salidas, que fueron incluidas al programa, ver Figura III-13.



XXXII. Figura III-13 Selección e identificación de entradas y salidas en Matlab 2018

Incluidas las entradas y salidas para el entrenamiento, se procede a seleccionar el Train Network, donde se entrenará la red configurada anteriormente. La Figura III-14, muestra una ventana del software donde contiene las características de la red ya seleccionadas, junto con los algoritmos que usará y el progreso que se obtiene mediante los entrenamientos.

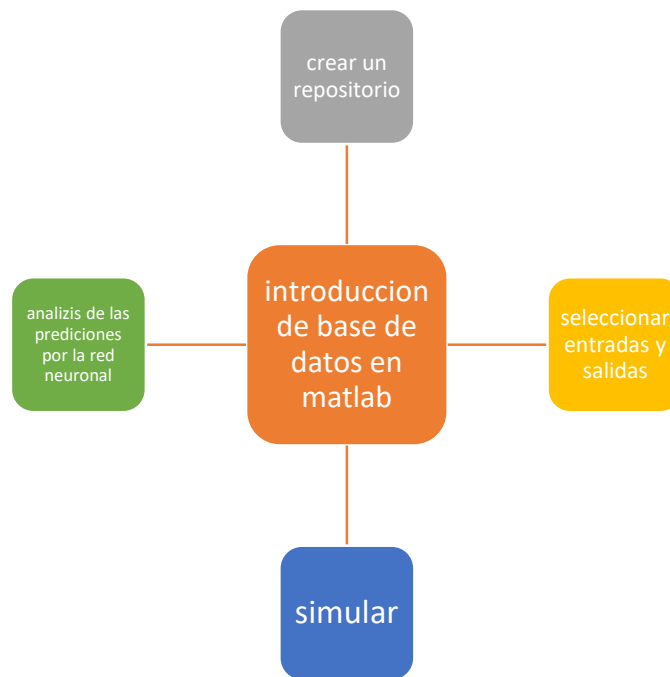


XXXIII. Figura III-14 Neural network training en Matlab 2018

Si es necesario visualizar el performance, training state y regresión, se puede seleccionar y observar el comportamiento de cada plot, para verificar que realmente el entrenamiento este fluyendo correctamente. La cantidad de veces a entrenar la red se realiza a criterio, es indispensable que se encuentre el mejor entrenamiento con el menor número posible de errores. En regresión se visualiza el comportamiento de los gráficos para training, validation, test y all; estos deberán tener un margen no muy alejado para poder establecer que el entrenamiento es correcto y no hay errores significativos en su relación.

3.16 Simulación de la red para la predicción, Matlab

El entrenamiento adecuado de la red es importante para simular nuevas entradas de datos que proporcionen valores NPK previstos y el rendimiento esperado. Ver figura III-15. Simulación matlab



XXXIV. Figura III-15 simulación en Matlab 2018

La predicción de los valores mediante la red entrenada, debe seguir los pasos indicados donde:

1. En primer lugar, Es necesario construir una nueva base de datos. recopilando nuevos valores, ya sea a través de estimaciones o de la recopilación de nueva información.
2. La base de datos creada se debe ingresar al software de la misma forma que en el paso anterior.
3. Una vez ingresada la base se seleccionan las entradas y salidas, luego se importan los valores requeridos.

4. Luego de seleccionar e importar los valores ingresados, se realiza una simulación del modelo NPK y el rendimiento esperado, donde el entrenamiento realiza la función de predecir los datos.

5. Una vez generadas las predicciones, se analizan los valores respecto al original, para observar si se aproximan o no y comprobar su validez.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1 Entrenamientos de red favorable.

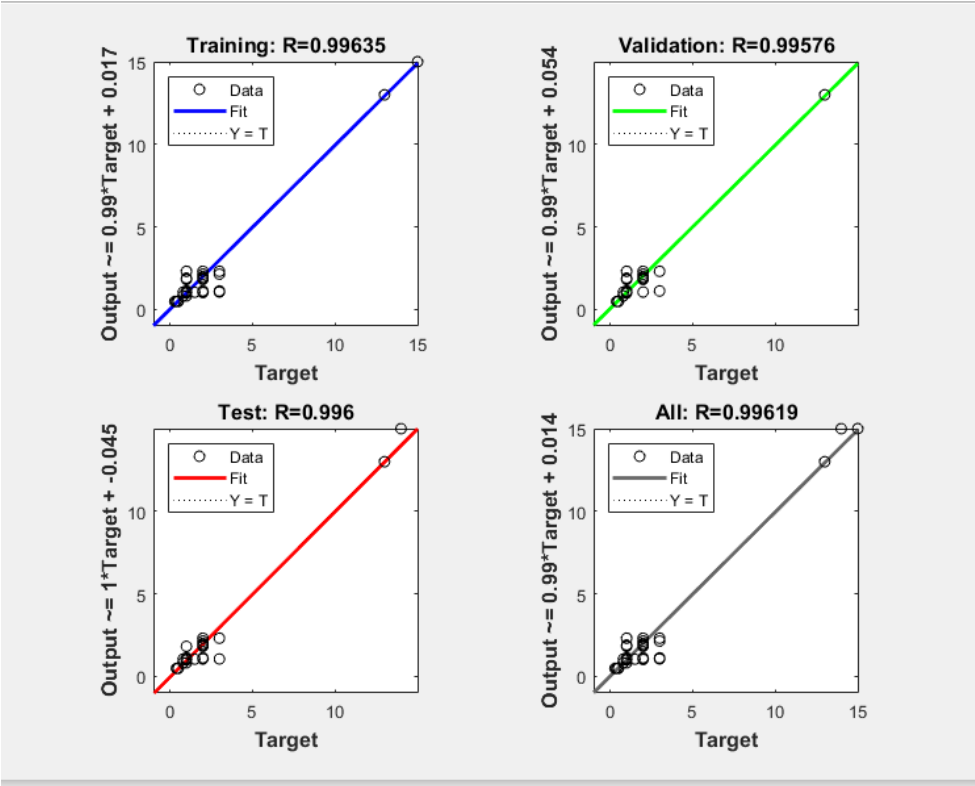
Entrenar cada red utilizando el software Matlab en las dos salidas produce un coeficiente de correlación cercano a uno (1). La Tabla IV-1 resume los resultados obtenidos de cada capacitación realizada.

Network	Neurons in the hidden layer	R-Training	R-Validation	R-Test
NPK	15	0.9635	0.99576	0.996
	15	0.99619	0.73456	0.92235
	15	0.97676	0.73456	0.96603
Rendimiento esperado	15	0.9673	0.91069	0.97627
	15	0.99577	0.92066	0.99894
	15	0.99858	0.99554	0.99688
	15	0.92056	0.9534	0.99617

XX. Tabla IV-1 tabla de entrenamiento de la red neuronal de Matlab 2018

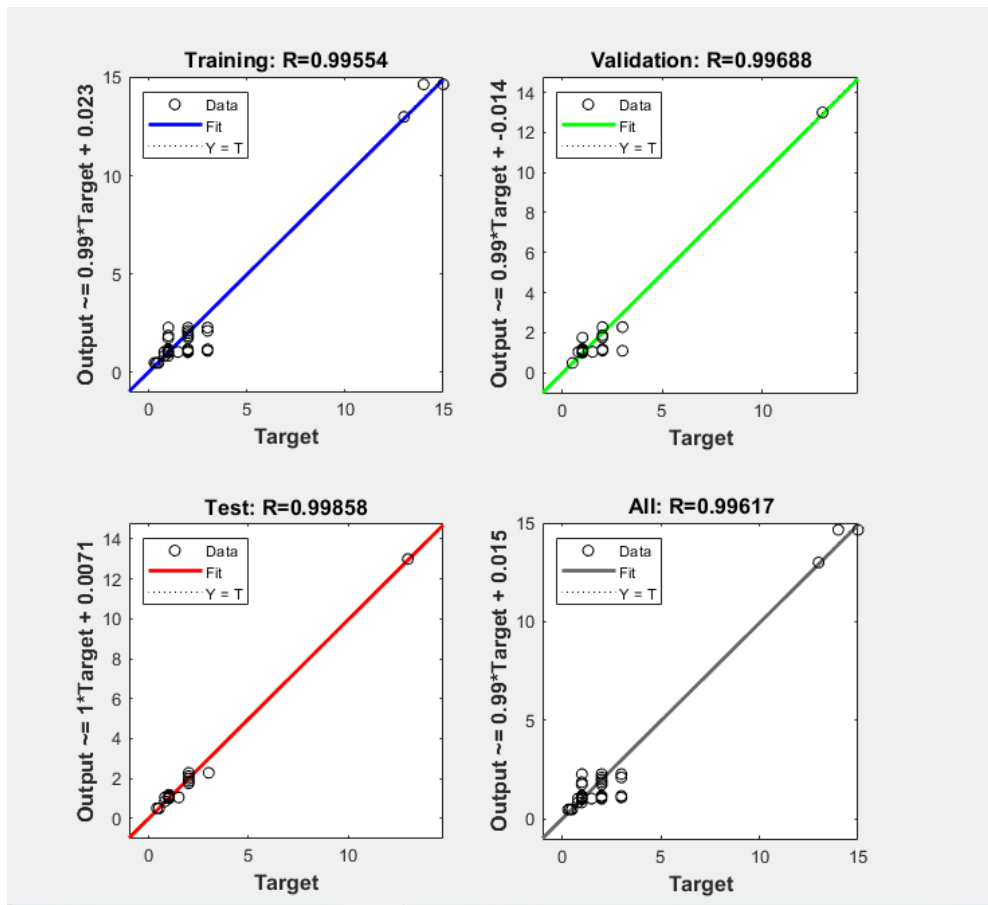
Hasta que ya no se notó ninguna diferencia y las redes de NPK y de rendimiento previsto alcanzaron un punto de correlación estrecho, se las entrenó varias veces. Si era necesario, cada entrenamiento podía comprender una configuración diferente, pero en este caso, como ilustra la tabla anterior, los valores iniciales fueron favorables; todo lo que se necesitó fue el inicio de algunas sesiones de entrenamiento para permitir que las redes adquirieran algún conocimiento adicional, y también pudimos mejorar los valores iniciales.

La red NPK se entrenó tres veces con la misma cantidad de neuronas porque logró resultados positivos en el primer entrenamiento. Se encontró que el tercer entrenamiento fue el más ideal ya que los valores obtenidos fueron más cercanos entre sí y no hubo mucha diferencia. La Figura IV-1 muestra los resultados generados en la red de 10 neuronas entrenadas para NPK y seleccionadas como resultado final.



XXXV. Figura IV-16 coeficiente de correlación de red NPK en Matlab 2018

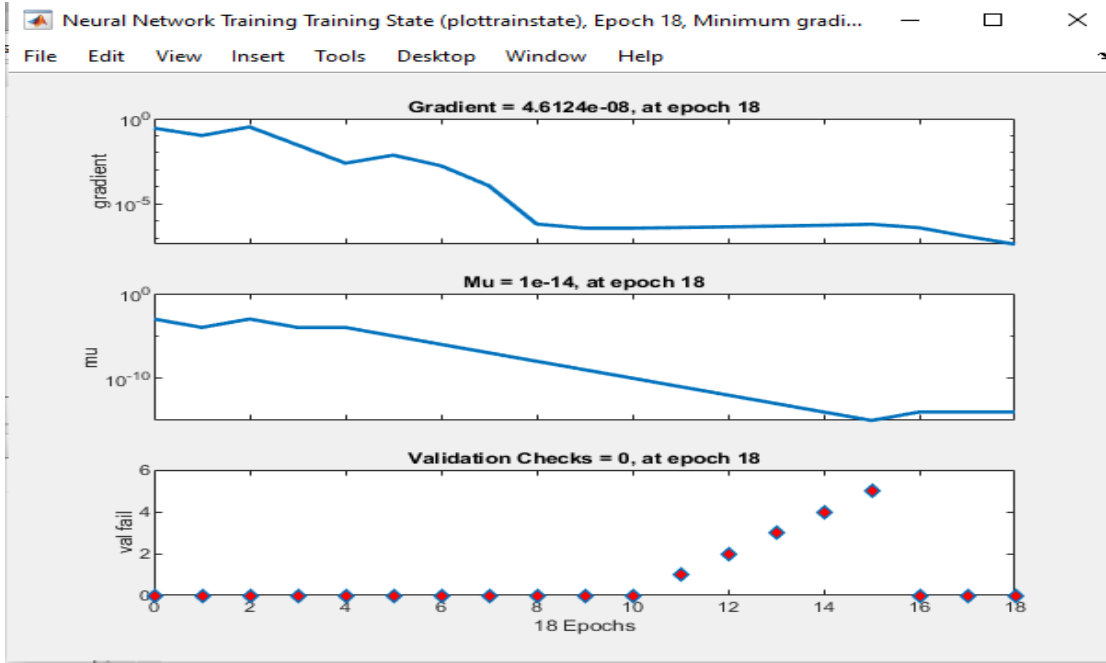
La red de rendimiento esperado se entrenó cuatro veces. Como comienzo de la validación y las pruebas, esta red arrojó puntuaciones bajas, por lo que se realizó más capacitación hasta lograr mejores resultados. La Figura IV-17 muestra el mejor resultado obtenido al entrenar la red de rendimiento esperado. Se utilizaron y seleccionaron 10 neuronas como resultado final.



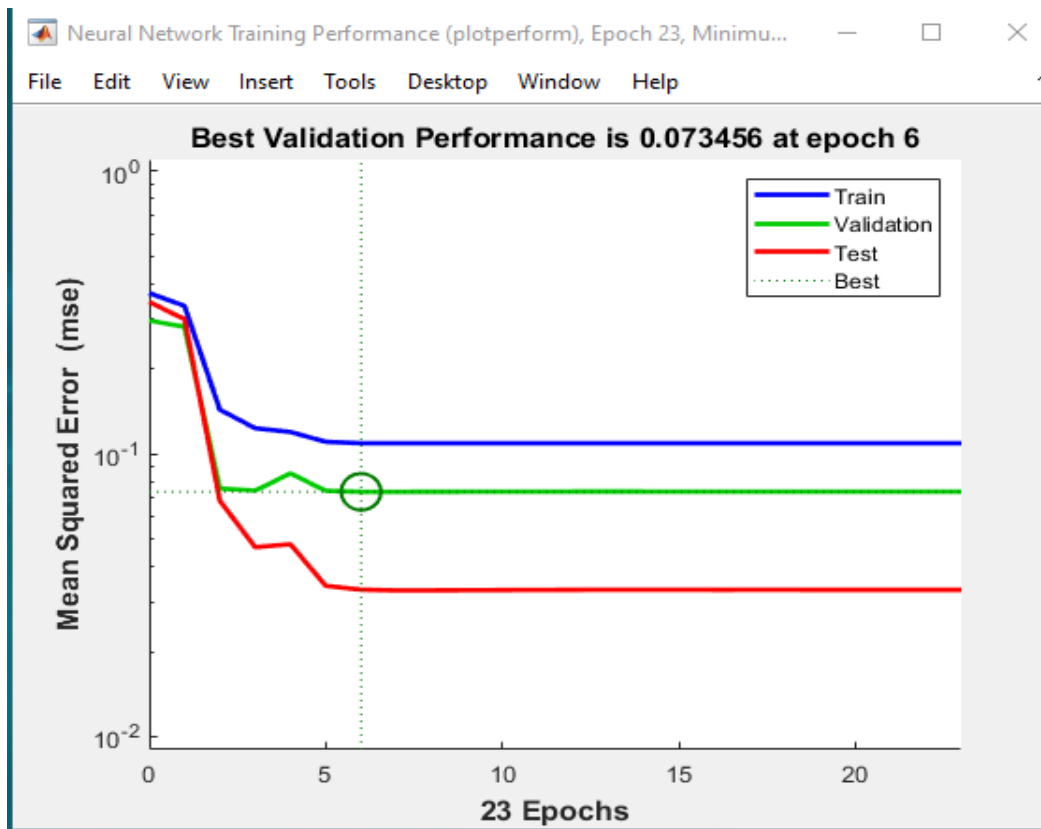
XXXVI. Figura IV-17 coeficiente de correlación del rendimiento en Matlab 2018

4.2 Validación y manipulación de la red

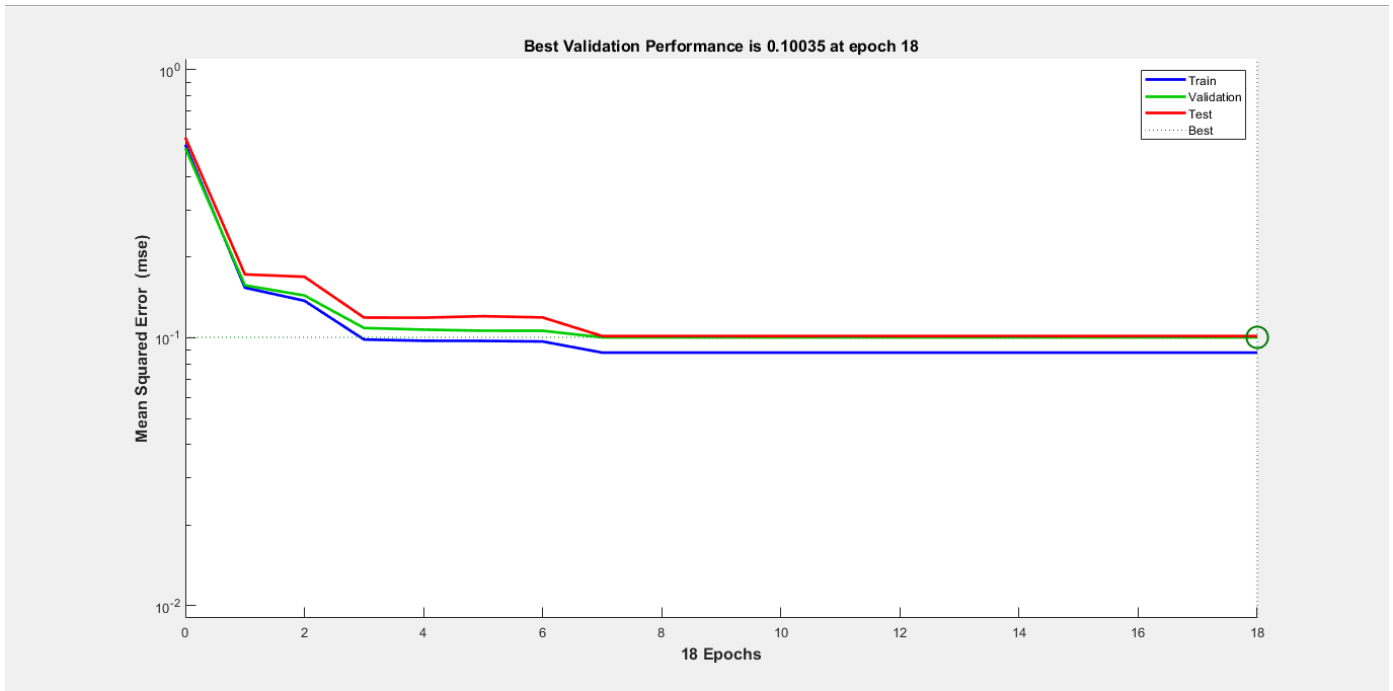
Instrucción de red permite introducir una nueva base de datos con valores diferentes a los ya entrenados, para predecir la dosis de NPK y el rendimiento esperado; Mediante este proceso se puede verificar y validar el uso de ambos modelos con sus respectivas redes neuronales, con el objetivo de obtener predicciones lo más realistas posible. ver figura IV-18



XXXVII. Figura IV-18 parámetro de aceptación de la red NPK en Matlab 2018



XXXVIII. Figura IV-19 validación del uso de la red NPK en Matlab 2018



XXXIX. Figura IV-20 validación del uso de la red de rendimiento en Matlab 2018

4.3 MODELO NPK EN LOS CITRICOS

Al introducir una nueva base en ambos modelos, la red se puede simular para predecir nuevos valores de salida, donde el modelo NPK podrá predecir nitrógeno, fósforo, potasio y otros valores de rendimiento del modelo. Para este proceso se tuvo en cuenta una base con 30 datos nuevos y las mismas variables mencionadas anteriormente. A través de la simulación, el software logra predicciones aproximadas de las variables de salida para cada modelo. El valor resultante se compara con el valor real. Para comprobar la fiabilidad del modelo. se presenta las predicciones producidas los valores reales de la base de datos original, el residuo o diferencia resultante entre los valores reales y pronosticados, y el modelo NPK utilizando redes neuronales artificiales construidas en Matlab.

MODELO NPK.								
Nitrógeno (N) Kg/Ha			Fosforo (P) Kg/Ha			Potasio (K) Kg/Ha		
Real	Predicción	Residuo	Real	Predicción	Residuo	Real	Predicción	Residuo
24.3723	26.3651	1.9928	15.84	12.9592	2.8808	10.024	10.7562	0.7322
18.9853	18.2211	0.7642	7.604	5.9557	1.6483	9.076	10.4381	1.3621
30.8882	30.9593	0.0711	18.56	18.4132	0.1468	20.42	19.7444	0.6756
18.02182	18.4564	0.43458	6.412	4.9499	1.4621	8.572	8.4965	0.0443
15.56584	17.7637	2.19786	4.866	3.8283	1.0377	6.77	6.2182	0.5518
28.9082	27.9732	0.935	17.16	17.1819	0.4534	19.54	18.3477	1.1923
24.1161	24.9795	0.8634	12.666	12.8683	0.2023	14.994	15.1142	0.1202
20.8603	23.6964	2.82336	14.896	10.5586	4.3374	11.54	15.1142	1.3806
20.65384	22.3783	1.72446	10.752	13.1468	2.3948	13.54	15.1142	2.8451
20.5162	21.8598	1.3436	10.656	13.1153	2.4593	14.432	15.1142	1.5856
21.5222	19.9023	1.6199	9.958	8.1195	1.8385	14.35	15.1142	34.9292
10.86646	13.4645	2.59804	2.664	1.0437	1.6203	6.012	15.1142	0.1266
21.38456	21.4827	0.09814	9.862	10.9606	1.0986	15.278	15.1142	0.23
32.46584	31.1438	1.32204	18.676	18.4881	0.1879	20.272	15.1142	1.4251
26.3441	25.7576	0.5865	15.61	15.2617	0.3483	15.37	15.1142	1.8251
22.3241	22.9511	0.627	9.2	11.4913	2.2913	13.16	15.1142	0.2374
15.29056	15.2851	0.00546	4.674	3.3151	1.3589	9.102	15.1142	1.0367
24.1262	22.5721	1.5541	10.426	11.4506	1.0246	16.83	15.1142	2.7022
21.04046	20.714	0.32646	8.622	8.9956	0.3736	11.098	15.1142	0.2716
24.0121	23.4828	0.5293	10.186	11.5141	1.3281	16.56	15.1142	2.0171
18.48756	20.0159	1.52834	5.74	2.8036	2.9364	4.01	15.1142	0.7057
21.68984	21.743	0.05316	7.564	6.9237	0.6403	11.7124	15.1142	2.026
15.0481	17.8252	2.7771	3.906	2.6494	1.2566	3.926	15.1142	0.245
18.2811	17.3193	0.9618	5.53	5.333	0.197	8.85	15.1142	1.6025
23.6032	23.6621	0.0589	14.91	10.4349	4.4769	11.23	15.1142	2.2608
25.56646	26.6232	1.05674	13.704	15.3598	1.6558	16.188	15.1142	0.9093
18.14346	19.4699	1.32644	6.434	2.1237	4.3103	8.778	15.1142	4.2
14.91046	17.8681	2.76487	3.81	4.2347	0.4247	3.926	15.1142	3.1049
20.00774	21.9025	1.89476	6.252	7.2113	0.9593	9.288	15.1142	0.577
18.9693	17.8071	1.1622	6.01	5.8037	0.2063	8.621	15.1142	2.8698

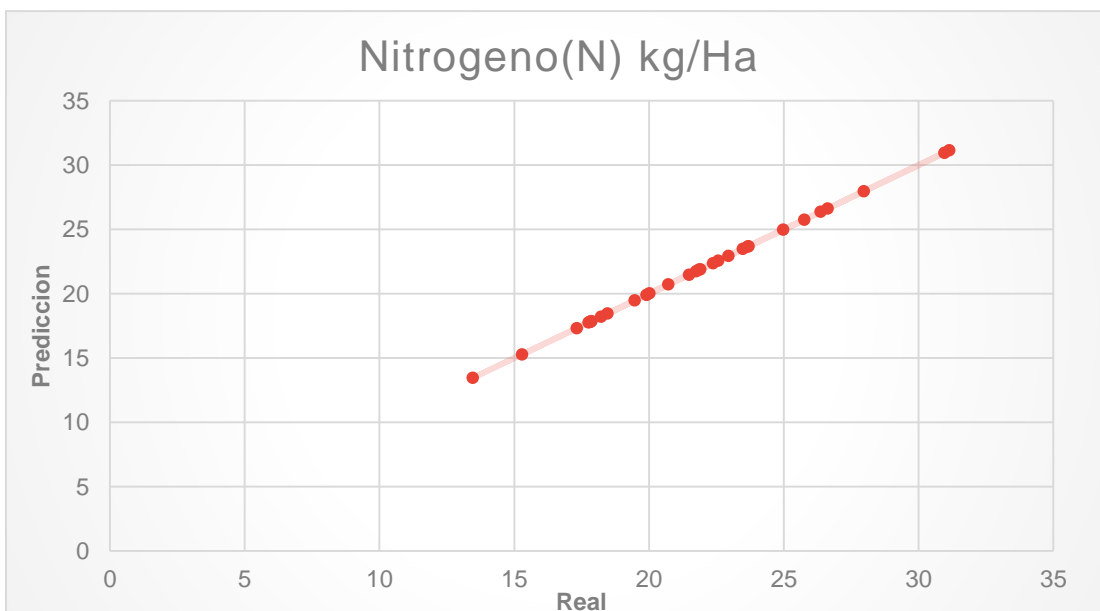
Tabla 1-IV MODELO NPK

Nutrientes	Valor máximo	Valor mínimo
N	2.76487	0.00546
P	4.4769	0.4534
K	4.20	0.0443

Tabla 2-IV valores máximo y mínimo del modelo NPK obtenidos

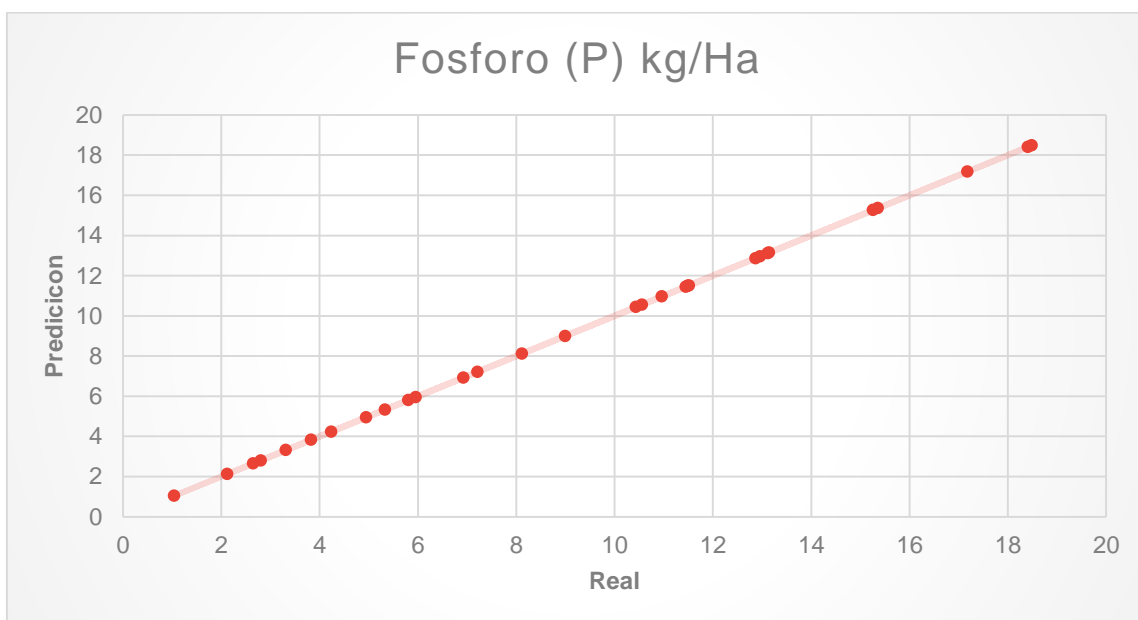
La diferencia entre los valores reales y previstos resultó en un valor máximo de nitrógeno (N) de 2,764 y un valor mínimo de 0,0546 kg/ha. Para el fósforo (P), se reportó un valor de diferencia máximo de 4,4769 y un valor de diferencia mínimo de 0,4534 kg/ha. Además, para el potasio (K) se determinó un valor máximo de 4,20 y un valor mínimo de 0,0443. Esto significa que, dado que el modelo representa la dispersión entre valores, puede haber una cierta diferencia mínima al predecir un nuevo resultado. Estos representan La discrepancia entre los niveles de nitrógeno observados y estimados.

I. Figura IV-21. Dispersión Nitrógeno (N)



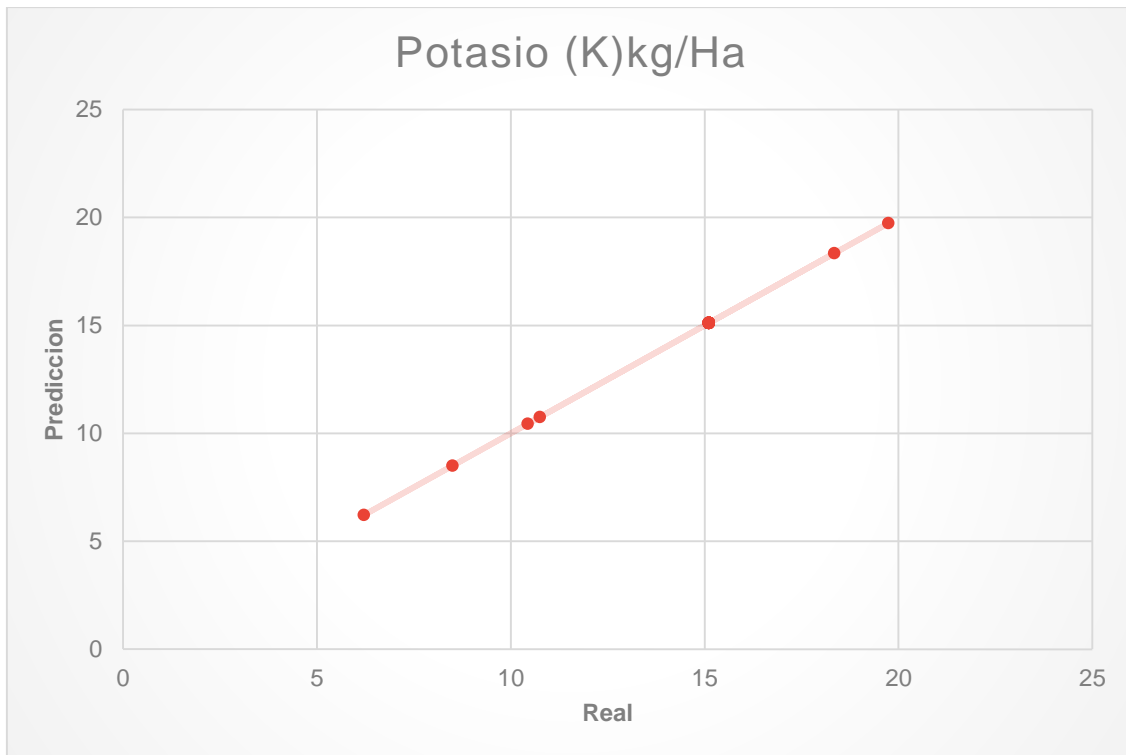
Cabe señalar que existe dispersión entre los valores, anteriormente se mencionó que los valores obtenidos se encuentran ligeramente dispersos respecto a la realidad. El coeficiente de determinación indica que efectivamente existe variación, lo que puede deberse a la relación entre el nitrógeno y las variables utilizadas para predecirlo. Por lo tanto, existen variables que tienen mayor impacto y relación en la determinación de nitrógeno, por lo que se presentan las variables de impacto relativo para el nitrógeno.

El fósforo (P), que también muestra la dispersión entre el valor estimado y el valor real, muestra la dispersión creada entre el valor real y el valor estimado.



XL. *Figura IV-22 grafica de dispersión con valores reales de los datos recopilados en Matlab 2018*

El potasio (K) muestra variaciones notables entre los valores simulados y los reales, que conducen a una dispersión de valores.

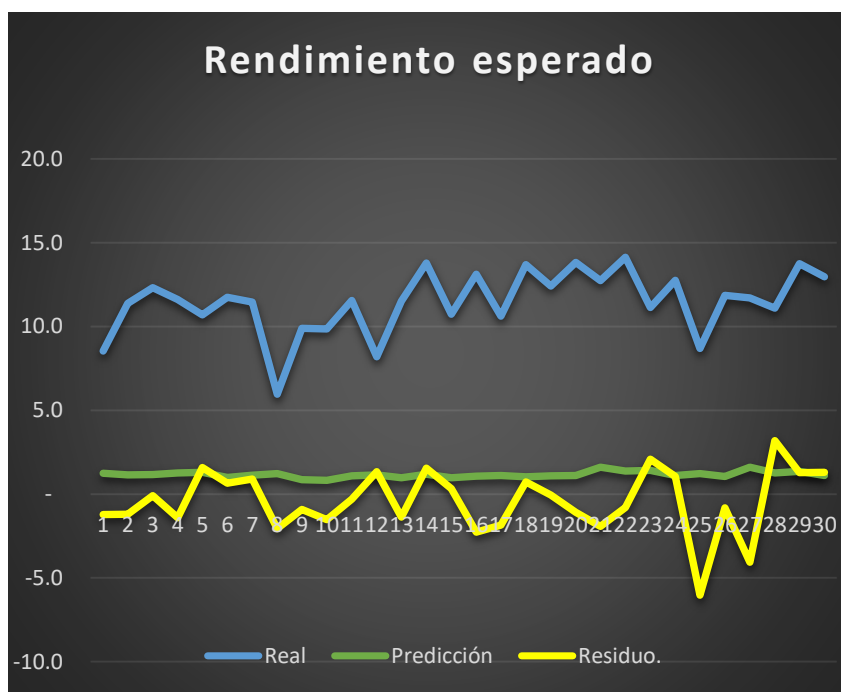


XLI. *Figura IV-23 grafica de dispersión con valores de predicción y real de los datos recopilados en Matlab 2018*

4.4_Rendimientoesperado.

se, presenta predicciones generadas por modelos sobre el rendimiento esperado; así como el valor real de la prestación y el residual entre ambos valores.

RENDIMIENTO ESPERADO		
Real	Predicción	Residuo.
8.5	1.2463	-1.2128
11.4	1.1403	-1.2075
12.3	1.1664	-0.1034
11.6	1.2557	-1.4033
10.7	1.2956	1.5845
11.7	1.0033	0.6577
11.5	1.1260	0.9029
6.0	1.2214	-2.0678
9.9	0.8582	-0.9155
9.9	0.8130	-1.5238
11.6	1.0954	-0.2986
8.2	1.1548	1.3353
11.5	0.9782	-1.3664
13.8	1.1766	1.5489
10.7	0.9758	0.3253
13.1	1.0654	-2.2730
10.6	1.1128	-1.8485
13.7	1.0340	0.7232
12.4	1.0895	-0.0644
13.8	1.1127	-1.0910
12.7	1.6002	-1.9231
14.1	1.3777	-0.8019
11.1	1.4109	2.0766
12.8	1.1144	1.0445
8.7	1.2297	-6.0339
11.9	1.0472	-0.8182
11.7	1.6127	-4.0752
11.1	1.2675	3.1961
13.8	1.3658	1.2776
13.0	1.1160	1.3055



XLII. Figura XV-24 Grafica de rendimiento es pareado sobre los datos reales , de predicción y residuo

XXI. Tabla 4-IV rendimiento esperado

Aunque es evidente que existe una cierta diferencia entre las cantidades simuladas y las reales, se puede mencionar que, con esta aproximación existente, el modelo puede acercarse a las cantidades de rendimiento que se espera tener, considerando las variables influyentes en el terreno. El modelo de rendimiento esperado produce valores que están razonablemente cerca de los números reales. En este caso, se muestran las diferencias máximas y mínimas entre las cantidades reales y simuladas.

Factor	Máximo	Mínimo
Rendimiento esperado.	3.1961	-6.0339

XXII. Tabla 5-IV factor de rendimiento máximo, mínimo

El rendimiento esperado real y simulado difieren un poco, ya que el valor máximo más alejado de la realidad fue de 3.1961 Ton/Ha, mientras que el valor mínimo fue de -6.0339 Ton/Ha.

CAPITULO V CONCLUSIONES.

En conclusión, para la solución del problema de plagas que afectan en la producción se utilizo el modelo (s p k) para la prevención y cuidado del las cosechas del naranjo. Este estudio puede ayudar en la decisión para tomar medidas y hacer un Mejor utilización del entorno de plantación de naranjos, así como la aplicación de fertilizantes, en particular los basados en nitrógeno, fósforo, azufre, magnesio, calcio, potasio, para tener más posibilidades de mejorar la producción siempre y cuando las cantidades requeridas por el terreno, teniendo en cuenta las variables que inciden en el rendimiento, puedan aplicar, evitando así el despilfarro monetario, ecológico y productivo por parte de los agricultores. Donde la teoría que se había plantado en la primera hipótesis sobre cómo se debe actuar sobre el control de plaga y enfermedades se acepta dando a entender que seguir este modelo se puede obtener una mejor ganancia para el agricultor que es igual a 3.1961 Ton/Ha, y un mínimo de -6.0339 Ton/Ha. Por lo cual esta hipótesis se acepta ya que mostro en las simulaciones que con la variable de medición de suelo y proceso de fertilización se obtiene un mejor rendimiento en la producción.

En este trabajo se logró la creación del modelo mediante el uso de redes neuronales. El modelo de inventario sobre el ciclo de vida de la naranja proporcionó un enfoque realista al predecir de manera similar dosis de nitrógeno (N), calcio (CA), magnesio (MG), fósforo (P) y azufre (S). y potasio (K). Esto ayuda a determinar las dosis ideales de fertilizante, previene el uso excesivo de fertilizantes y, a su vez, anima a los agricultores a obtener esta asistencia para determinar si aplicar dosis específicas de fertilizante realmente tiene sentido y les ayudará a lograr un mejor resultado. Se logró determinar las variables con mayor influencia en cada salida de los modelos, donde para el desempeño esperado resultó que el nitrógeno, potasio y azufre son los factores que tienen mayor influencia y por lo tanto deben ser tomados en cuenta. Por otro las variables relativas con mayor influencia fueron potasio, fósforo, azufre, nitrógeno y rendimiento esperado

5.1 Discusión

Se realizó una investigación en profundidad para analizar y conocer qué investigaciones similares se habían realizado anteriormente sobre fertilización y rendimientos de la plaga en los cítricos, mediante el uso de redes neuronales.

Autor	Datos considerados	Métodos utilizados	Contribución	Cultivo
Rodríguez, 1983	Imágenes del campo.	ANN-BP.	Maleza.	naranja
Anderson, 1982	Calibración.	RNA.	Calibración de sensores.	naranja
Moreira, 1983	Temperatura promedio, precipitación, fertilización, variedad/hibrida, y superficie sembrada.	MPLANN.	Variables de impacto. Rendimiento.	naranja
Cohen, 1983	Condiciones climáticas y fertilización	MLR ANN-B	Predicción de rendimiento	naranja
(Helong, Dayou, & Guifen, 2010)	Nutrientes y fertilización.	RNA-BP	Rendimiento	Cultivo general

XXIII. Tabla 2 IV Tabla de discusión

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante el desarrollo de este proyecto se adquirieron varias habilidades.

- Investigación: La investigación se realizó utilizando una variedad de medios, revistas, artículos, documentos científicos, videos, entrevistas, etc. Quería aprender más sobre este tema porque es nuevo y ciertamente no sabía que existía ya que se habían realizado investigaciones anteriores.
- Análisis e Interpretación: El análisis representa un punto clave para determinar la información correcta a utilizar en la investigación, así como para determinar la interpretación de las diversas figuras, tablas y ecuaciones generadas y elaboradas.
- Trabajar con software nuevo: Usar Matlab en un proyecto era completamente nuevo para mí y no tenía conocimiento de cómo usarlo, pero pude adquirir una serie de habilidades de Creación de modelos para redes neuronales. Características de este software.

FUENTE BIBLIOGRAFICO

- M. Amaya (1993). Producción, utilización y control colombiano de *Trichogramma* spp. Grabados Litográficos Técnicos, Buga, Colombia.
- Se cita a Amorós (1995). Producción de cítricos. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, España.
- • Quezada, J. R., y Andrews, K. L. (1989). Insectos plaga en la agricultura: manejo integrado. Presente y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
-
- (1996) Argov, Y., y Rössler, Y. Para lograr el control biológico del minador de las hojas de los cítricos, *Phyllocnistis citrella*, en Israel, se introdujeron, liberaron y recuperaron varios enemigos naturales exóticos. *Phytoparasitica*,
-
- • Restrepo, A., Arias, P., y Soto, A. (2016). *Diaphorencyrtus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae) fue identificada por primera vez en Colombia. En: Resúmenes del XLIII Congreso Socolen, Sociedad Colombiana de Entomología, [Socolen]. Socolen, Manizales, Colombia.
-
- Mellín, M. A., Arredondo, H. C., y Sánchez, J. A. (2010). Avances en el campo del control biológico
- Clausen, C. P. (1972). *Entomophagous insects*. Nueva York: Hafner Publishing.
- Clausen, C. P. (1978). *Biological control of citrus insects*. En: W. Reuter, E. C. Calavan, & G.
- E. Carman. *The citrus industry* (Vol. IV, pp. 276-320). Berkeley, EE. UU.: University of California.
- Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 2390, Por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional

por la presencia de adultos de *Diaphorina citri* infectados con la bacteria de la enfermedad del HLB de los cítricos. (10 diciembre 2015).

- Coquillett, D. W. (1895). A synopsis of the dipterous genus *Phora*. *Canadian Entomologist*, 27(4), 103-107.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (1997). *Citricultura colombiana para los Llanos Orientales. Memorias de curso*. Villavicencio, Colombia: Corpoica.
- Costa Lima, A. M. da. (1942). Homopteros. *Insetos do Brazil. Arquivos da Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinaria*, 3, 1-327.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2015. Boletín técnico*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2015/boletin_ena_2015.pdf.
- Davidson, R. H., & Lyon W. F. (1992). *Plagas de insectos agrícolas y de jardín*. México D. F.: Noriega-Limusa.
- De Carvalho Mineiro, J. L., Sato, M. E., Raga, A., & Arthur, V. (2008). Population dynamics of phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental & Applied Acarology*,.
- DeBach, P. (1964). *Biological control of insect pests and weeds*. New York, EE. UU.: Reinhold Publishing Corporation.
- Díaz, S. E. (2012). Pruebas de eficacia con diferentes ingredientes activos para el control de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) (ácaro tostador) y *Polyphagotarsonemus latus* (ácaro blanco) en limas ácidas (*Citrus latifolia* Tanaka), en la zona de El Espinal, Tolima (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia).
- Doreste, E. (1988). *Acarología* (2.a ed). San José de Costa Rica: [IICA] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Ebratt-Ravelo, E. E., Rubio-González, L. T., Costa, V. A., Zambrano-Gómez, E. M., Castro- Ávila, A. P., & Santamaría-Galindo, M. Y. (2011a). Primer registro de

Tamarixia radiata (Waterston, 1922) (Hymenoptera: Eulophidae) en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín.

- Ebratt-Ravelo, E. E., Rubio-González, L. T., Costa, V., Castro-Ávila, A. P., Zambrano- Gomez, E. M., & Ángel-Díaz, J. E. (2011b). *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1907) and *Tamarixia radiata* (Waterston, 1922) in citrus crops of Cundinamarca, Colombia. *Agronomía Colombiana*,
- Étienne, J., & Aubert, B. (1980). Biological control of psyllid vectors of greening disease on Reunion Island. En E. C. Calavan, S. M. Garnsey, L. W. Timmer (Ed.). *Proceedings of the 8th Conference of the International Organization of Citrus Virologists* (pp. 118- 121). Riverside, EE. UU.: University of California Press.
- Flint, M. L., & Dreistadt, S. H. (1998). *Natural enemies handbook: the illustrated guide to biological pest control*. Berkeley, EE. UU.: University of California Press.
- Freitas-Astúa, J., Locali, E. C., Antonioli, R., Rodrigues, V., Kitajima, E. W., & Machado, M.(2003). Detection of Citrus leprosis virus in citrus stems, fruits and the mite vector. *Virus Reviews & Research*, 8(Supl. 1), 196.
- Gaimari, S. D., Quintero, E. M., & Kondo, T. (2012). First report of *Syneura cocciphila* (Coquillett, 1895) (Diptera: Phoridae), as a predator of the fluted scale *Crypticerya multicastrices* Kondo & Unruh, 2009 (Hemiptera: Monophlebidae). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 13(2), 26-28.
- Gallegos, G., Cepeda, M., & Olayo, R. P. (2003). *Entomopatógenos*. México, D. F.: Editorial Trillas.
- González, L. M., Guetio, C. C., Mesa, N. C., Mena, Y. M., Rodríguez, I. V., & Álvarez, L. (2016). Ácaros Phytoseiidae (Mesostigmata) asociados a frutales en el Valle del Cauca. En: [Socolen] Sociedad Colombiana de Entomología. En [Socolen] Sociedad Colombiana de Entomología. Resúmenes XLIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (p. 78). Manizales, Colombia: Socolen.
- Gordon, R. D. (1985). The Coleoptera (Coccinellidae) of America north of Mexico. *Journal of the New York Entomological Society*, 93, 1-912.

- Greathead, D. J., & Greathead, A. H. (1992). Biological control of insect pests by parasitoids and predators: The Biocat database. *Biocontrol News and Information*, 13(4), 61N-68N.
- Guerrero, J. M., & Bellotti, A. C. (1980). Contribución al conocimiento de algunos ácaros fitófagos encontrados en el cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 6(3-4), 85-98.
- Gullan, P. J., & Cook, L. G. (2007). Phylogeny and higher classification of the scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). *Zootaxa*, 1668, 413-425.
- Gullan, P. J., & Martin, J. H. (2009). Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids and scale insects). En V. H. Resh R. T. Cardé (Ed.), *Encyclopedia of Insects* (2.a ed., pp. 957-967). San Diego, EE. UU.: Elsevier.
- Halbert, S. E., & Keremane, M. L. (2004). Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: A literature review and assessment of risk in Florida. *Florida Entomologist*, 87(3), 330-353.
- Hamon, A. B., & Williams, M. L. (1984). The soft scale insects of Florida (Homoptera: Coccoidea: Coccidae). *Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas*. Gainesville, EE. UU.: Florida Department of Agriculture & Consumer Services.
- Hernández, B. (2013). Enfermedades bacterianas asociadas a cítricos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31(Suplemento), S61-S62.
- Hoffman, M. T., Doud, M. S., Williams, L., Zhang, M. Q., Ding, F., Stover, E., ... Duan Y. P. (2013). Heat treatment eliminates 'Candidatus *Liberibacter asiaticus*' from infected citrus trees under controlled conditions. *Phytopathology*, 103(1), 15-22. doi: 10.1094/PHYTO-06-12-0138-R.
- Hoy, M. A. (2005). Classical biological control of citrus pests in Florida and the Caribbean: Interconnections and sustainability. En M. S. Hoddle, (Comp.), *Second International Symposium on Biological Control of Arthropods* (pp. 237-253). Washington, EE. UU.: University of California.
- Hoy, M. A., & Nguyen, R. (1999). Classical biological control of Asian citrus psylla. *Citrus Industry*, 81(12), 48-50.

- Hoy, M. A., Raghuwinder, S., & Rogers, M. E. (2010). Evaluations of a novel isolate of *Isaria fumosorosea* for control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). *Florida Entomologist*, 93(1):24-32.
- Huber, D. M., & Jones, J. B. (2013). The role of magnesium in plant disease. *Plant and Soil*, 368(1), 73-85.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (1973). Programa de Entomología. Notas y Noticias Entomológicas (material mimeografiado). Bogotá, Colombia: documento sin publicar.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (1975). Programa de Entomología. Notas y Noticias Entomológicas (material mimeografiado). Bogotá, Colombia: documento sin publicar.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2010). Boletín Epidemiológico. Situación actual de HLB (Huanglongbing) y su vector el psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama) en Colombia. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2012a). Boletín epidemiológico. Situación actual de ácaro hindú de los cítricos *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Prostigmata: Tetranychidae) en Colombia. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2013a). Actualización del estatus del ácaro hindú *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Prostigmata: Tetranychidae) en Colombia. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2013b). Boletín informativo. Resultados de vigilancia del ácaro hindú de los cítricos *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Acari: Tetranychidae) en el primer trimestre de 2013. Bogotá, Colombia: ICA.
- Jacas, J. A. (1998). El minador de las hojas de los cítricos: situación actual. *Revista Internacional de Cítricos*, 37(343), 157-159.
- Keremane, M. L., Halbert, S. E., Ramadugu, C., Webb, S., Lee, RF. (2008). Detection of 'Candidatus *Liberibacter asiaticus*' in *Diaphorina citri* and its importance in the management of citrus huanglongbing in Florida. *Phytopathology*, 98(4), 387-396..

- Kitajima, E. W., Chagas, C. M., & Rodrigues, J. C. V. (2003). Brevipalpus-transmitted plant virus and virus-like diseases: cytopathology and some recent cases. *Experimental & Applied Acarology*, 30(1), 135-160.
- Kitajima, E. W., Ferreira, P. T. O., Freitas-Astúa, J., & Machado, M. A. (2004). Ocorrência da leprose dos citros, tipo nuclear (CiLV-N) nos municípios paulistas de Monte Alegre do Sul e Amparo. *Summa Phytopathologica*, 30, 68.¹²³
- Knapp, J. L. (1998). *Florida citrus pest management guide: Pesticides registered for use on Florida citrus*. Gainesville, EE. UU.: University of Florida.
- Koch, R. L. (2003). The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological control and non-target impacts. *Journal of Insect Science*, 3, 32.