

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CONTROL FITOSANITARIO Y LA
FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE PAPA Y
TOMATE CON BASE A LA ENCUESTA NACIONAL AGROPECUARIA 2017**

**PAOLA ANDREA MURCIA ANGEE
LINA ANDREA PARRA LANCHEROS**

**Informe de Trabajo de Grado, Modalidad de pasantías Profesionales,
Departamento Administrativo Nacional Estadístico-DANE**

**Directora:
YENNY BEATRIZ MENDOZA PLAZAS
Agróloga, Magister en Suelos y Agua**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C., enero de 2020**

CONTENIDO

RESUMEN	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVOS	12
2.1. OBJETIVO GENERAL	12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. MARCO REFERENCIAL.....	13
3.1. MARCO CONTEXTUAL	13
3.1.1. Principales características de la institución en que se realizó la pasantía	13
3.1.2. Principales Características del Entorno de Estudio	15
3.2. MARCO TEÓRICO	17
3.2.1. Visión alimentaria y agricultura sostenible.....	17
3.2.2. El Sector Agropecuario en Colombia visto desde la ENA	19
3.2.3. Cultivo de papa y de tomate en Colombia	19
3.2. MARCO CONCEPTUAL	23
3.3. MARCO LEGAL	25
4. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....	27
4.1. CONSIDERACIONES GENERALES: HIPÓTESIS Y PRUEBAS	27
4.1.1. La hipótesis y el valor P.....	27
4.1.2. Las pruebas estudiadas	28
4.2. LA RUTA METODOLÓGICA.....	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
5.1. Generalidades de la producción de papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá.....	32
5.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE PAPA Y TOMATE EN CUNDINAMARCA Y BOYACÁ	32
5.2.1. Uso de Maquinaria Agrícola	33
5.2.3. Control fitosanitario Químico o No Químico.....	33
5.2.5. Uso de Fertilizantes Químicos o No Químicos	33
5.2.6. Asistencia Técnica para el cultivo.....	34
5.2.7. Establecimiento para el cultivo de Tomate	34
5.3. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE PAPA SEGÚN LAS VARIABLES DE INCIDENCIA.....	34
5.3.1. Evolutivo de siembra, cosecha y producción de papa en Cundinamarca y Boyacá 2014 - 2017.....	34
5.3.1.1. Siembra, cosecha y producción de papa en Cundinamarca y Boyacá en 2017	35

5.3.1.2. Costos de producción por hectárea del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá.....	36
5.3.2. Rendimiento de los cultivos de papa según las variables de incidencia, de acuerdo al desarrollo del análisis descriptivo y resultados de prueba.	37
5.3.2.1. Rendimiento de la papa con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo	37
5.3.2.2. Rendimiento de los cultivos de papa según las variables de incidencia. Resultados de prueba.....	38
5.3.2.2.1. Rendimiento de la papa con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo	38
5.3.2.3. Rendimiento de la papa con o sin control fitosanitario para el manejo de plagas, malezas o enfermedades	40
5.3.2.3.1. Rendimiento de los cultivos de papa según la aplicación de un control fitosanitario. Resultados de prueba.....	40
5.3.2.4. Rendimiento de la papa según control fitosanitario con uso de insumos químicos o no químicos	42
5.3.2.5. Rendimiento del cultivo de papa con o sin uso de fertilizantes.....	43
5.3.2.5.1. Rendimiento del cultivo de papa con o sin uso de fertilizantes. Resultados de prueba.....	44
5.3.2.6. Rendimiento de la papa según el uso de fertilizantes con insumos químicos o no químicos	45
5.3.2.7. Rendimiento del cultivo de papa con o sin realización de Asistencia Técnica	46
5.4. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE TOMATE SEGÚN LAS VARIABLES DE INCIDENCIA	47
5.4.1. Generalidades de la producción de tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá.....	47
5.4.1.1. Evolutivo de siembra, cosecha y producción de tomate en Cundinamarca y Boyacá 2014 - 2017.....	47
5.4.1.2. Siembra, cosecha y producción de tomate en Cundinamarca y Boyacá en 2017	48
5.4.1.3. Costos de producción por hectárea del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá.....	49
5.4.2. Rendimiento del cultivo de tomate según las variables de incidencia, de acuerdo al desarrollo del análisis descriptivo y resultados de test.....	50
5.4.2.1. Rendimiento del tomate con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo	50
5.4.2.2. Rendimiento de los cultivos de tomate según las variables de incidencia. Resultados de prueba.....	50
5.4.2.2.1. Rendimiento del tomate con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo	51
5.4.2.3. Rendimiento del tomate con el manejo de control fitosanitario para el manejo de plagas, malezas o enfermedades	52
5.4.2.3.1. Rendimiento del tomate según control fitosanitario con uso de insumos químicos o no químicos.....	52

5.4.2.4. Rendimiento del tomate con el manejo y forma de aplicación de fertilizantes con insumos químicos o no químicos	54
5.4.2.4.1. Rendimiento del tomate según el uso de fertilizantes con insumos químicos o no químicos	54
5.4.2.5. Rendimiento del tomate según establecimiento del cultivo	56
5.4.2.5.1. Rendimiento del tomate según cultivo en Invernadero o Cielo Abierto	56
5.4.2.6. Rendimiento del tomate con o sin realización de asistencia técnica.	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
CONCLUSIONES GENERALES	59
RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS.....	66

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1.- Clasificación de plagas y enfermedades en el cultivo de papa</i>	20
<i>Tabla 2.- Clasificación de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate</i>	22
<i>Tabla 3.- Clasificación de los fertilizantes</i>	23
<i>Tabla 4.- Clasificación de los plaguicidas según su familia química</i>	24
<i>Tabla 5.- Clasificación productos fitosanitarios químicos según su utilidad</i>	24
<i>Tabla 6.- Marco Legal Vigente</i>	25

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.- Período de referencia</i>	9
<i>Ilustración 2.- Reseña histórica del Departamento Administrativo Nacional de Estadística</i>	13
<i>Ilustración 3.- Organigrama DANE</i>	14
<i>Ilustración 4.- Área Sembrada y Área cosechada y producida de papa en Colombia</i>	16
<i>Ilustración 5.- Área Sembrada y Área cosechada y producida de tomate en Colombia</i>	17
<i>Ilustración 6.- Desarrollo del cultivo de papa</i>	20
<i>Ilustración 7.- Tipos de invernadero de tomate</i>	22
<i>Ilustración 8.- Ruta Metodológica</i>	31
<i>Ilustración 9.- Total de unidades productoras por cultivo de los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá</i>	32
<i>Ilustración 10.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá, 2014 - 2017</i>	34
<i>Ilustración 11.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá, 2017</i>	36
<i>Ilustración 12.- Costos de producción por hectárea del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá</i>	36
<i>Ilustración 13.- Manejo de maquinaria en alguna etapa del cultivo de papa</i>	37
<i>Ilustración 14.- Histograma y resultados del cultivo de papa con el uso de maquinaria</i>	39
<i>Ilustración 15.- Rendimiento del cultivo de papa con o sin control fitosanitario</i>	40
<i>Ilustración 16.- Histograma y resultados del cultivo de papa con y sin Control fitosanitario</i>	41
<i>Ilustración 17.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con Control fitosanitario con y sin la aplicación de insumos químicos</i>	42
<i>Ilustración 18.- Uso y no uso de fertilizantes en el cultivo de papa y su forma de aplicación</i>	43
<i>Ilustración 19.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con la aplicación de fertilizantes</i>	44
<i>Ilustración 20.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con la aplicación de fertilizantes químico o no químico</i>	45

<i>Ilustración 21.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con y sin la realización de asistencia Técnica</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 22.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá, 2014 - 2017</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 23.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá, 2017</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 24.- Costos de producción por hectárea del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 25.- Manejo de maquinaria en alguna etapa del cultivo de tomate</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 26.- Histogramas y resultados del cultivo de tomate con el uso y sin uso de maquinaria</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 27.- Manejo del control fitosanitario</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 28. - Histogramas y resultados del cultivo de tomate según control fitosanitario con uso de insumos químicos o no químicos.</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 29.- Manejo y forma de aplicación de fertilizantes con insumos químicos o no químicos.</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 30.- Histogramas y resultados del cultivo de tomate con el uso de fertilizantes con insumos químicos o no químicos</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 31.- Rendimiento del tomate según establecimiento del cultivo</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 32.- Histogramas y resultados del cultivo de tomate según establecimiento</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 33.- Histograma y resultados del cultivo de tomate según si realizo o no asistencia técnica</i>	<i>58</i>

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Formulario Encuesta Nacional Agropecuaria ENA – Año 2017
- Anexo 2. Resultados ENA 2017 cultivo de papa
- Anexo 3. Resultados ENA 2017 cultivo de tomate
- Anexo 4. Capítulos seleccionados de la ENA
- Anexo 5. Conteo de las variables de cosecha del cultivo de papa
- Anexo 6. Conteo de las variables de cosecha del cultivo de tomate

ABREVIATURAS

CCI	Corporación Colombia Internacional
CNA	Censo Nacional Agropecuario
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DCD	Dirección de Censos y Demografía
DIMPE	Dirección de Metodología y Producción Estadística
DIRPEN	Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización
DSCN	Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ha	Hectáreas
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
msnm	metros sobre el nivel del mar
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
p.q.u.a.	Plaguicida químico de uso agrícola
PIB	Producto Interno Bruto
SISAC	Sector Agropecuario Colombiano
t/ha	Toneladas por hectáreas (Rendimiento del cultivo)
UP	Unidades Productoras
UPA	Unidad Productora Agropecuaria
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
WMW	Test de Mann–Whitney–Wilcoxon
DDT	Dicloro difenil tricloroetano
FEDEPAPA	Federación Colombiana De Productores de Papa, 75
kg	Kilogramo, 25
kg/ ha	Kilogramos por hectáreas (Rendimiento del cultivo)
°C	Centígrados
α	Alfa

GLOSARIO

Cosecha: Recolección de los frutos, semillas u hortalizas de los campos en la época del año en que están maduros. Marca el final del crecimiento de una estación o el final del ciclo de un fruto en particular.

Cultivo: Práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas.

Cultivo permanente: Cultivos que, después de plantados, llegan en un tiempo relativamente largo a la edad productiva, dan muchas cosechas y terminada su recolección no se los debe plantar de nuevo. Algunos ejemplos son: café, cacao, plátano, caña panelera, banano de consumo interno y caucho, aguacate, curuba, granadilla, guanábana, guayaba, limón, lulo, mandarina, naranja, papaya, piña, pitahaya, tomate de árbol [1].

Cultivo transitorio o de ciclo corto: Cultivos cuyo ciclo vegetativo o de crecimiento es menor a un año y, después de la cosecha, han de volverse a sembrar o plantar para seguir produciendo. Algunos ejemplos son: papa, arveja, cebolla larga, cebolla bulbo, tomate, zanahoria, haba yuca, maíz amarillo, maíz blanco, sorgo, trigo, cebada, soya y habichuela [1].

Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA): Consulta hecha a Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) con el objetivo de estimar el uso del suelo, el área, la producción y el rendimiento de los principales cultivos transitorios, permanentes, árboles frutales dispersos, el área en pastos y forestal, la producción de leche y el inventario pecuario en 32 departamentos del territorio colombiano.

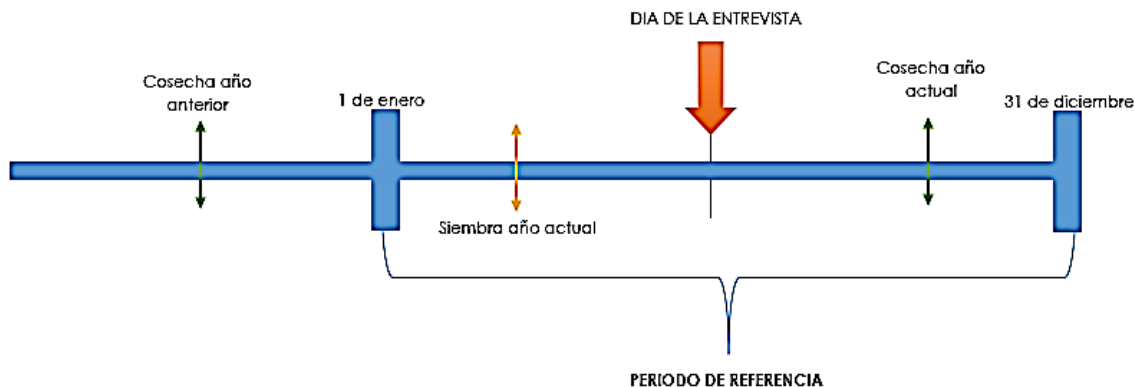
Fertilización: Es el aporte de sustancias minerales u orgánicas al suelo de cultivo con el objeto de mejorar su capacidad nutritiva.

Hectárea: Es una medida de superficie equivalente a 100 áreas o 10 000 m². Es la superficie que ocupa un cuadrado de 100 metros de lado. El símbolo de hectárea se *ha*, tanto en singular como en plural.

Invernadero: Construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica traslúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales [1]

Periodo de referencia: Lo sembrado o a sembrar y lo cosechado o a cosechar desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de cada año [1]. En el momento de la entrevista se reporta una siembra de un cultivo que no corresponde al periodo de referencia establecido, pero su cosecha si está entre los límites del periodo, y a al mismo tiempo, se ha sembrado y cosechado el cultivo para otra producción, razón por la cual en ocasiones se registra mayor área cosechada que sembrada.

Ilustración 1.- Período de referencia



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Producción Agrícola: Resultado de la práctica de la agricultura, que consiste en generar vegetales para consumo humano [1]

Significancia estadística: Es el resultado o efecto es estadísticamente significativo cuando es improbable que haya sido debido al azar. Una “diferencia estadísticamente significativa” solamente significa que hay evidencias estadísticas de que hay una diferencia; no significa que la diferencia sea grande, importante o radicalmente diferente. [2]

Sistema de riego: Aportar agua a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación, o bien para incrementar la producción agrícola. Existen distintas técnicas de riego, las más utilizadas son: riego por aspersión, riego por goteo, riego hidropónico, riego automático, entre otros [35].

Unidades Productivas Agropecuarias (UPA): Es una extensión de tierra de 500 m² o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica.

RESUMEN

Esta investigación tiene por objeto evaluar estadísticamente el efecto que tiene el control fitosanitario y la fertilización en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate en las principales regiones productoras de Colombia, a partir de los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017. Para ello, se seleccionaron los casos de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, por ser los principales cultivadores de ambos productos en el país; se definieron las categorías y variables que pudieran inferir en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate; y se aplicaron pruebas en el *Software R* con base en el *Test de Fligner-Killeen* y el *Test de Mann-Whitney Wilcoxon*. Se presentan los resultados de las pruebas para cada producto (papa y tomate), concluyendo que el uso de maquinaria, control fitosanitario y fertilización mejoran los rendimientos de los cultivos de papa y tomate en ambos departamentos, mientras que la presencia o ausencia de insumos químicos pareciera no tener efectos contundentes sobre los mismos.

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta los resultados de la investigación desarrollada en el marco Pasantía Profesional (Modalidad de Grado) de Ingeniería Ambiental en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, la cual tuvo por objeto evaluar estadísticamente el efecto que tiene el control fitosanitario y la fertilización en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate en las principales regiones productoras de Colombia, a partir de los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017.

En aras de ahondar en la evaluación, se seleccionaron los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, respectivamente, por ser los principales cultivadores de papa y tomate en el país.

Con base en el análisis de la estructura y contenidos de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017 se definieron las categorías y variables que pudieran inferir en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate, a saber:

- Uso de Maquinaria Agrícola
- Control fitosanitario Químico o No Químico
- Uso de Fertilizantes Químicos o No Químicos
- Asistencia Técnica para el cultivo de papa y tomate
- Y Establecimiento para el cultivo de tomate

Tales variables fueron analizadas mediante la aplicación de pruebas en el *Software R* con base en el *Test de Fligner-Killeen* y el *Test de Mann-Whitney Wilcoxon*, con las cuales se aceptaron o rechazaron las diversas hipótesis nulas y alternas formuladas.

A continuación, entonces, se presenta toda la información de contexto y resultados derivados de esta investigación, conforme esta secuencia: Primero, una definición puntual de los objetivos general y específicos de la investigación. Seguido, los marcos de referencia: marco contextual, con la información de la institución y el entorno de estudio; marco teórico, con los grandes paradigmas que dan luz a todo el trabajo; marco conceptual, con la definición de los conceptos clave; y marco legal, con la relación de las principales disposiciones normativas que ha establecido el país en la materia. En tercer lugar se encuentra el desarrollo de la pasantía, donde además se hace toda la descripción metodológica. Posteriormente se presentan los resultados obtenidos en la selección de variables y aplicación de pruebas para cada cultivo. Y finalmente, se esbozan algunas conclusiones y recomendaciones sobre el conjunto del trabajo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar estadísticamente el efecto que tiene el control fitosanitario y la fertilización en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate en las principales regiones productoras de Colombia, a partir de los resultados de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir, según la estructura y contenidos temáticos de la ENA, las variables que pueden inferir en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia.
- Evaluar, mediante la aplicación de pruebas, el rendimiento de los cultivos de papa y tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia, según las variables de incidencia: uso de maquinaria agrícola, uso de control fitosanitario, uso de fertilizantes y asistencia técnica.
- Generar los cuadros de salida a partir de las variables de incidencia, con base en éstos confirmar la hipótesis enunciada “los rendimientos alcanzados en los cultivos de papa y tomate, con sistemas de producción diferentes, se explican o se derivan por uso de prácticas agrícolas y culturales utilizadas en su producción, e identificar los elementos diferenciadores más significativos”.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. MARCO CONTEXTUAL

3.1.1. Principales características de la institución en que se realizó la pasantía

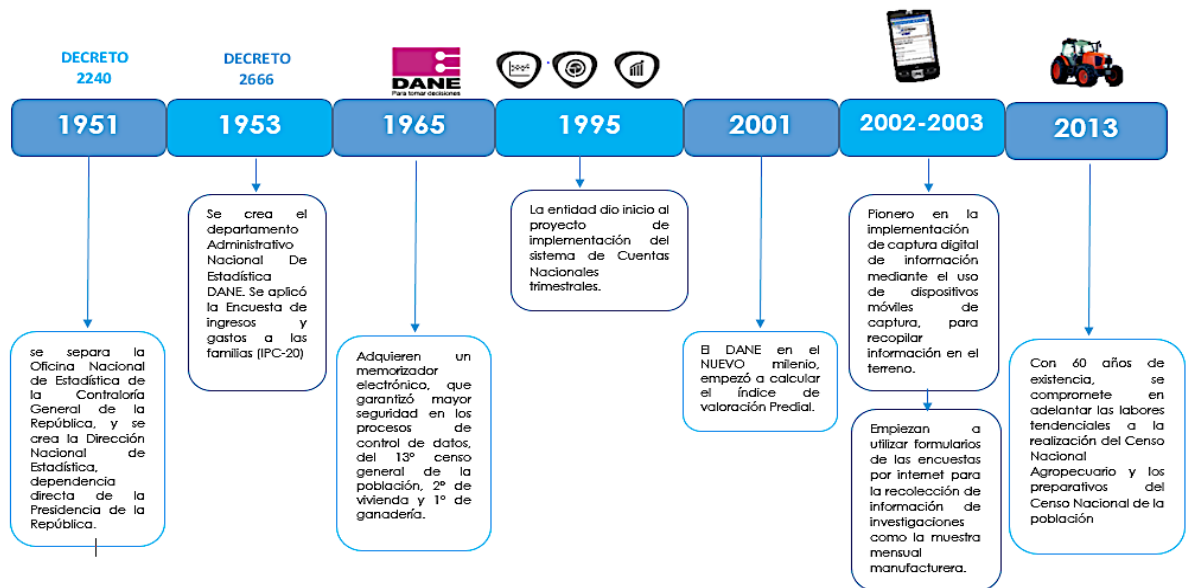
3.1.1.1. Información institucional

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) es una entidad gubernamental que brinda información de las diversas investigaciones, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia, en aspectos industriales, económicos, agropecuarios, poblacionales y de calidad de vida, las cuales facilitan la toma de decisiones en los diferentes campos de la sociedad del país [6].

3.1.1.2. Reseña histórica

La Ilustración 1 resume la historia del DANE en orden cronológico [7]

Ilustración 2.- Reseña histórica del Departamento Administrativo Nacional de Estadística

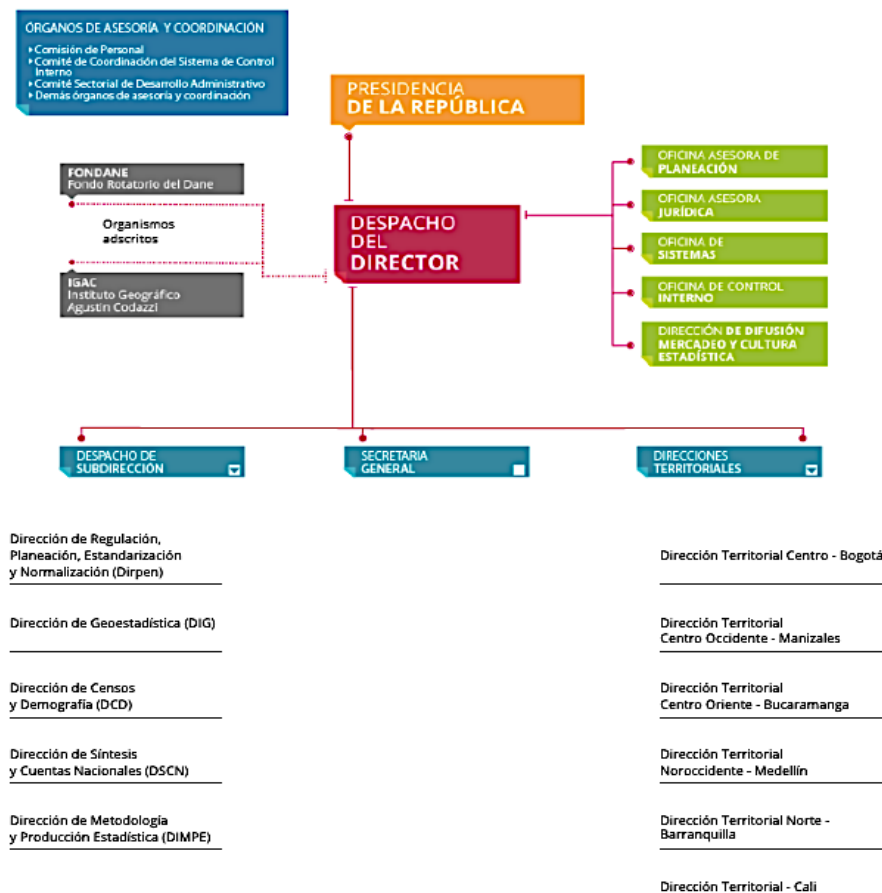


Fuente: DANE [6]

3.1.1.3. Responsabilidad del DANE en la ENA

Estructuralmente el DANE tiene una Dirección General, algunos organismos adscritos, varias oficinas y otras direcciones técnicas, en lo que atañe al orden nacional; en el orden territorial, por su parte, están las direcciones regionales.

Ilustración 3.- Organigrama DANE



Fuente: DANE [8]

En lo que atañe al desarrollo de la Encuesta Nacional Agropecuaria-ENA, esta depende de las direcciones técnicas [9]

- Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización (DIRPEN)
- Dirección de Censos y Demografía (DCD)
- Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN)
- Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE)

Siendo la última, la DIMPE, la principal responsable de la ENA por tener como fin y a su cargo la producción de las estadísticas básicas y las encuestas estructurales sobre industria, comercio y ciertos servicios [10]

3.1.2. Principales Características del Entorno de Estudio

Las pasantías de Ingeniería Ambiental se desarrollaron dentro de la Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE) [11] con el propósito de analizar la información suministrada en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) y contribuir a la toma de decisiones de esta Dirección.

Para comprender el sector agropecuario, de la ENA se prioriza la información de los indicadores estadísticos referidos a los sistemas de precios del sector, el área, la producción y el rendimiento de los cultivos. Se incluyen también la producción de las estadísticas medioambientales y documentación metodológica de las mismas [12]

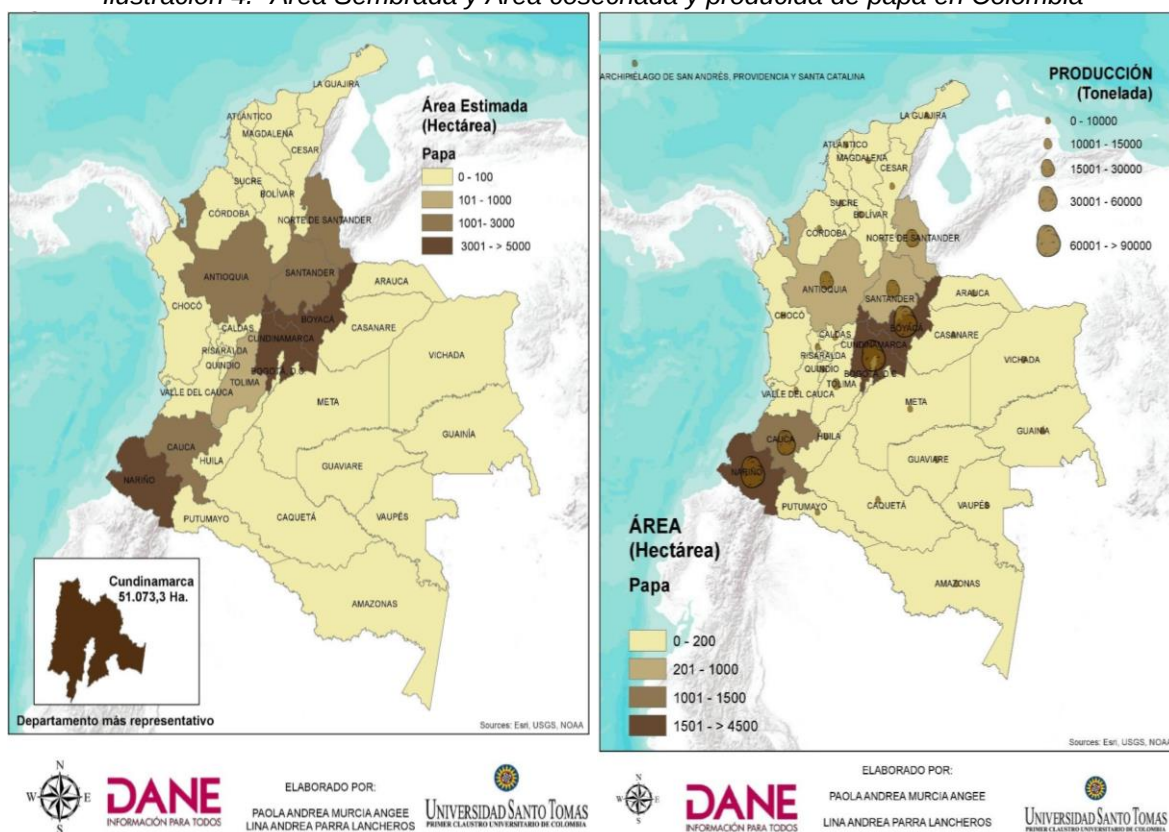
El primer aspecto para desarrollar en el marco de las pasantías fue la delimitación de las áreas sembradas con cultivo de papa y tomate en Colombia, versus las áreas con mayor cosecha en los mismos tipos de cultivo en el país, encontrando que ambos productos son fuertemente cultivados y cosechados en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y los Santanderes, razón por la cual se ha seleccionado para esta investigación el análisis específico de Cundinamarca y Boyacá. A continuación, un detalle de lo aquí expresado:

3.1.2.1. *Siembra y cosecha de papa en Colombia*

En la siembra como de papa, el departamento protagonista es Cundinamarca, seguido de una significativa participación de Boyacá y Nariño, estando en tercer lugar los departamentos de Antioquia, Cauca y los Santanderes.

Pero, en el entendido que la destinación de determinadas hectáreas (ha) a un cultivo no garantiza, de antemano, que la cosecha tenga el mismo nivel de producción (por factores asociados como el climática, para citar un ejemplo), en la cosecha de papa, por su parte, se encuentra que si bien los departamentos de Antioquia y los Santanderes destinan un amplio número de hectáreas a la siembra de este producto, su cosecha no pareciera ser tan significativa, presentando mejores resultados de rendimiento en Cundinamarca, Nariño y Cauca.

Ilustración 4.- Área Sembrada y Área cosechada y producida de papa en Colombia



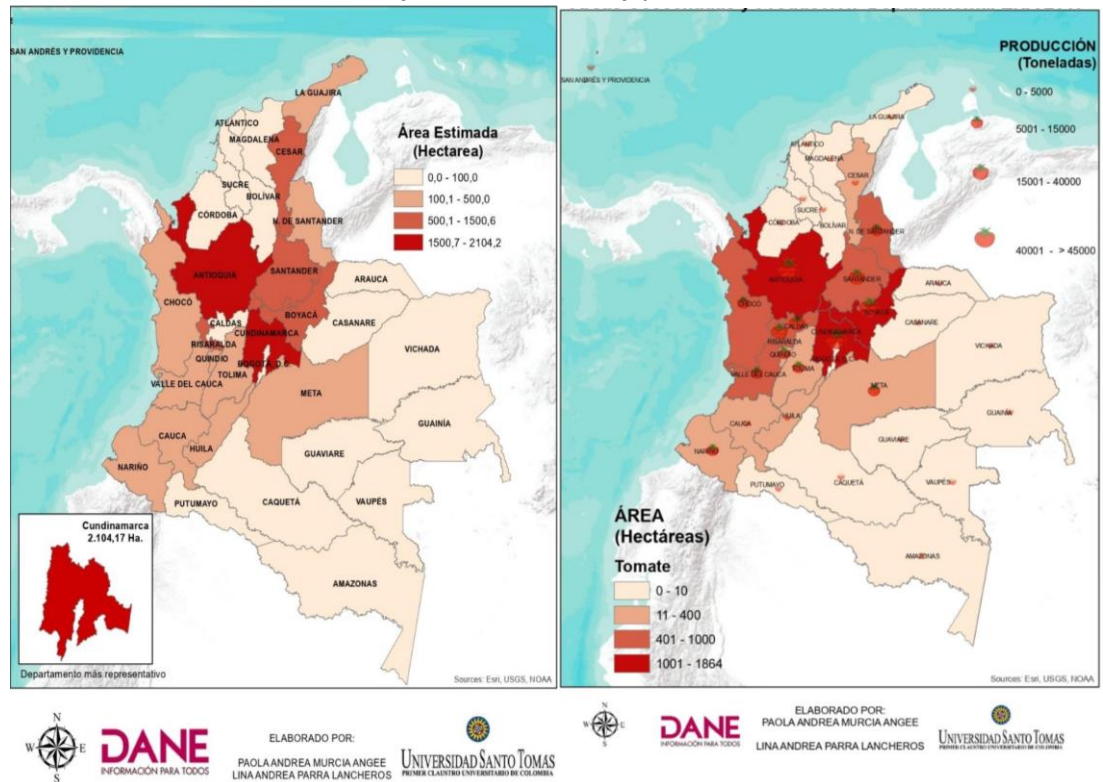
Fuente: Elaboración propia con base en datos DANE

3.1.2.2. Siembra y cosecha de tomate en Colombia

Como sucede con la papa, el tomate es promovido principalmente por el departamento de Cundinamarca, seguido de Antioquia, y en tercer lugar por Boyacá y los Santanderes.

En términos de cosecha, se encuentra que sorprendentemente este producto tiene un alto rendimiento, además de los departamentos sembrados con generosidad, en otros departamentos como Chocó, Valle del Cauca, Quindío, Armenia y Caldas, donde aparentemente no había tanta área destinada a su producción, lo cual podría asociarse, entre otras, a la calidad del suelo del Eje Cafetero y Pacífico colombiano.

Ilustración 5.- Área Sembrada y Área cosechada y producida de tomate en Colombia



Fuente: Elaboración propia con base en datos DANE

3.2. MARCO TEÓRICO

En el marco teórico de este trabajo se presenta el abordaje de 4 grandes teorías o paradigmas que pretenden cubrir el conjunto de acciones metodológicas ejecutadas durante la investigación. Estas son: la visión alimentaria y de agricultura sostenible, el sector agropecuario en Colombia visto desde la ENA y las generalidades del cultivo de papa y tomate en Colombia.

3.2.1. Visión alimentaria y agricultura sostenible

3.2.1.1. Visión Alimentaria y Agricultura Sostenible desde Naciones Unidas

La Visión Alimentaria y Agricultura Sostenible son nociones ampliamente difundidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA, o más conocida como FAO (por sus siglas en inglés: *Food and Agriculture Organization*), según las cuales debe haber una consideración de los aspectos sociales, económicos y ambientales para garantizar un equilibrio entre estos, para

lo cual se pueden implementar los siguientes principios: i) mejorar la eficacia en el uso de los recursos agrícolas, ii) desarrollar actividades para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales, iii) reforzar la resiliencia de las personas, comunidades y ecosistemas, y iv) la implementación de mecanismos de gobernanza responsables y eficaces [13].

Se trata de una visión de un mundo en que la alimentación sea nutritiva y accesible para todos y en el que la gestión de los recursos naturales preserve las funciones de los ecosistemas para respaldar la satisfacción de las actuales y futuras necesidades humanas [13]

Esto se da en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), agenda 2030, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), enfatizando el en objetivo estratégico 2 sobre “Hacer que la agricultura, la actividad forestal y la pesca sean más productivas y sostenibles”, cuyo indicador 2.4.1. hace referencia a la “Proporción de área agrícola bajo agricultura productiva y sostenible” [13].

En cumplimiento de este indicador, las proyecciones de cultivos para el año 2030 suponen un menor crecimiento del uso de fertilizantes nitrogenados que en el pasado, bajo el argumento que si se puede mejorar el rendimiento, la reducción en el uso total de fertilizantes podría ser hasta del 37% [14].

3.2.1.2. Agricultura Sostenible en Colombia

Colombia, en su interés por entrar al selecto grupo de países desarrollados a través de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-OCDE, ratificó en 2015 su disposición para tener una la efectiva implementación de la Agenda ODS 2030, lo que vinculó al país en la tarea de diagnosticar su situación y generar acciones conducentes al logro de estos, siendo de interés de este análisis el objetivo No. 2 ya enunciado a través de la comparación entre productos cultivados (papa y tomate) y manejo de los mismos (control fitosanitario y la fertilización).

El país busca reducir los impactos ambientales de las actividades productivas que soportan el desarrollo económico del país, a través de algunas disposiciones para la protección de los recursos naturales; sin embargo, el sector agropecuario, en el uso desmedido de los recursos, ha generado impactos en el capital natural, incidiendo tanto en la oferta como en la calidad de estos [15].

Por ejemplo, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), en el documento 3494 establece la Política de Crecimiento Verde del país a partir del año 2018 al 2030. El objetivo general de esta política es impulsar el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegure el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima [15].

3.2.2. El Sector Agropecuario en Colombia visto desde la ENA

Colombia cuenta con alrededor de 42.3 millones de hectáreas (ha) dedicadas a la producción agropecuaria [16]; aunque, según cifras del tercer Censo Nacional Agropecuario (CNA), en las últimas dos décadas el sector ha perdido participación en el Producto Bruto Interno (PIB) de la economía local, pasando de niveles superiores al 7.5% a participaciones alrededor del 6.1%; no obstante, en el contexto regional de América Latina y el Caribe, Colombia es uno de los países en que el sector agropecuario tiene más peso en el PIB nacional, ubicándose por encima del promedio de los demás países, que es de 5.1% aproximadamente [16].

A nivel interno, el comportamiento reciente tanto del área sembrada y de los rendimientos de los cultivos, así como de la participación de la producción agrícola proveniente de las diferentes regiones del país en los mercados internos y externos muestra que el 32,5% del área sembrada se representa con cultivos permanentes en Colombia, concentrados en la región Central, seguida por la región Oriental, con un 28,2%, y la Pacífica, con 21,8%. Desde 2015 se observa un incremento sostenido en el área sembrada con cultivos permanentes en todas las regiones del país [15].

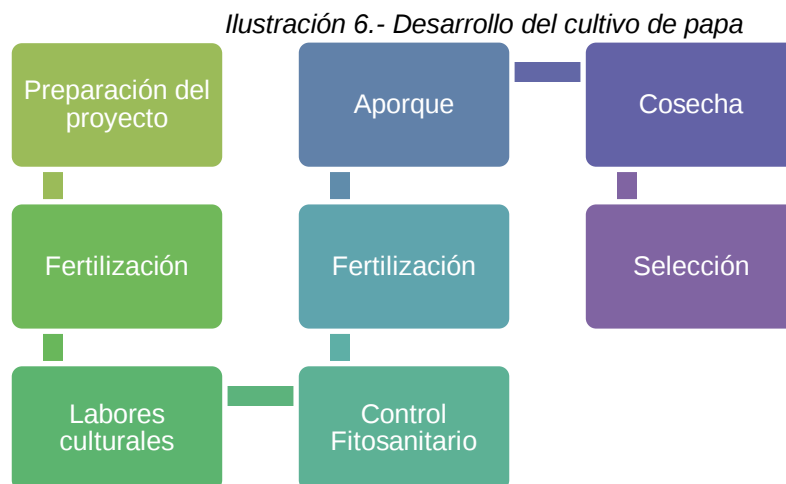
Es de anotar que el instrumento para hacer seguimiento a la participación del sector agropecuario en el desarrollo económico del país es la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) que lidera el DANE, que como se indicó desde el apartado de contexto institucional de este trabajo, tiene por objeto estimar el uso de la tierra, el tamaño y distribución de los pedazos de segmentos de muestreo, el área, producción y rendimiento de los principales cultivos transitorios y permanentes, el área en pastos, la producción de leche y el inventario pecuario [12], a fin de incidir en la toma de decisiones del sector agropecuario en el nivel nacional, regional y local y, por supuesto, mejorar la producción sostenible y el desarrollo económico a escala.

3.2.3. Cultivo de papa y de tomate en Colombia

3.2.3.1. *Sobre el cultivo de papa*

- Producción y rendimiento: El promedio del rendimiento en los departamentos que se cultiva papa es de 18,8 toneladas por hectáreas (t/ha) [17], ocupando el tercer lugar después del maíz blanco, con una participación del 19,0 % en el sector. [18]

- Actividades del cultivo:
 - Planeación del proyecto
 - Selección y clasificación de la semilla: separación de los tubérculos sanos y almacenamiento durante 45 a 60 días [12].
 - Establecimiento del cultivo: selección del lote, preparación del terreno y realización de la siembra, de preferencia, en los meses de enero y febrero o junio y julio que presentan más lluvias [18]
 - Desarrollo del cultivo:



Fuente: Elaboración propia con base en CORPOICA [18]

- Manejo integrado de plagas y enfermedades: Las plagas y enfermedades suelen ser causadas por virus introducidos a los cultivos de papa a través de: heridas causadas por insectos, hongos, medios mecánicos o por el contacto entre plantas [12]. Entre las de mayor impacto se encuentran:

Tabla 1.- Clasificación de plagas y enfermedades en el cultivo de papa

Nombre Común	Nombre Científico	Enfermedades
Gusano blanco de la papa	<i>Premnotypes vorax</i> (<i>Hustache</i>)	La gota de la papa
Pulguilla de la papa o coquito perforador	<i>Epitrix</i>	Gotera o tizón tardío
Polilla gigante o guatemalteca de la papa	<i>Tecia solanivora</i>	• Tizón temprano o mancha negra de la hoja • Sarna común
Polilla pequeña o palomilla	<i>Phthorimaea operculella</i>	Costra negra o rizoctoniasis
Tostón, mosco o entretelado	<i>Lyriomyza quadrata</i> <i>Lyriomyza huidobrensis</i>	Martaja

Nombre Común		Nombre Científico	Enfermedades
Babosa		<i>Milax gagates</i>	Marchitez bacteriana o dormidera
Chupadores blancas	Moscas	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Mosaico rugoso

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria [12]

- Cosecha: Una vez el cultivo ha llegado a su estado de madurez (tallos totalmente secos y dispuestos sobre el suelo) debe ser cosechado, preferiblemente en tiempo seco para obtener tubérculos limpios, sanos y con una humedad adecuada a su comercialización [18]

3.2.3.2. Sobre el cultivo de tomate

- Producción y rendimiento: En Colombia el tomate puede sembrarse en cualquier temporada del año, siempre que se disponga con un suelo entre 1.000 y 2.000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), en donde la temperatura promedio varía entre 18 y 24 °C, un buen drenaje y un adecuado sistema de riego [19], razón por la cual el país cuenta con aproximadamente 14.855 hectáreas cultivadas, las cuales generan rendimiento de 28.1 toneladas por hectárea (t/ha) [20]; sin embargo, el sistema de cultivo que se ha venido desarrollando bajo invernadero tiene como propósito independizarse en lo posible de factores climáticos externos, sobre todo lluvia, temperatura y humedad relativa [21], con una mejoría del rendimiento del 1.5 y 2 kilogramos por planta a 5 y 8 kilogramos, respectivamente [22], es decir, un incremento del 300% por planta.
- Actividades del cultivo:
 - Planeación del proyecto
 - Siembra de las semillas o etapa de semillero y germinación: En el centro de cada celda se coloca una o dos semillas a 3 milímetros de profundidad, cubriéndolas y dejándolas a una temperatura entre 18 y 30 °C, con lo cual se obtiene una germinación del 75%. Una vez germinen las semillas, se hace la primera aplicación de fertilizante en solución líquida con elementos mayores y menores [22].
 - Trasplante al sitio definitivo: Eventualmente son invernaderos túnel o arco, semi-túnel o semicilíndrico, capilla, plano o parral, diente de sierra y cristal o venlo [22].

Ilustración 7.- Tipos de invernadero de tomate



Fuente: <https://www.eljardin.ws>

- Desarrollo del cultivo: Tiene una duración aproximada de 180 días en los que surte sus etapas de floración, formación y madurez del fruto [22]. Durante este período se deben hacer fertilizaciones de nitrógeno y potasio de 1:18, con una cantidad aproximada de 200 gramos por planta, que bien pueden inyectarse mediante el sistema de riego [22]
- Manejo integrado de plagas y enfermedades: El tomate es una

Tabla 2.- Clasificación de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate

Plaga	Nombre Científico	Enfermedad	Nombre Científico
Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>	Oidio	<i>Leveillula taurica</i>
Mosca blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>	Podredumbre gris	<i>Botrytis cinerea</i>
Pulgón	<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Mildiu	<i>Plasmopara viticola</i>
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Alternariosis	<i>Alternaria solani</i>
Minadores de hoja	<i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Liriomyza bryoniae</i> , <i>Liriomyza strigata</i> y <i>Liriomyza huidobrensis</i>		<i>Fusarium oxysporum</i>
Orugas	<i>Spodoptera exigua</i> , <i>Heliothis armigera</i> , <i>Chrysodeisis chalcitos</i> , etc.		

Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario [22]

3.2. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se definen los principales conceptos asociados al desarrollo de este trabajo:

- Control fitosanitario: Son los métodos y técnicas para la prevención, control y eliminación o curación de las enfermedades de las plantas, procurando la estabilidad y bienestar del cultivo [4]. Algunos métodos de control fitosanitario son [28]:
 - Control cultural: Uso de buenas prácticas como preparación del suelo, buena semilla, variedad adecuada, densidad óptima, siembra oportuna, control de plagas y enfermedades, fertilización y rotación de cultivos asertivos, etc. [29]
 - Control físico: Uso de agentes físicos (temperatura, humedad o radiaciones ionizantes) tanto para la eliminación de las plagas de las plantas cultivadas u otros productos vegetales como para la prevención de su ataque [29].
 - Control biológico: Uso de organismos vivos para controlar las poblaciones de los agentes productores de plagas [29].
 - Control químico: Uso de sustancias químicas, naturales o de síntesis, para el control de plagas, sea por la destrucción de los organismos dañinos o por la creación de condiciones ambientales que impidan el desarrollo normal de su actividad [29].
- Fertilizante o abono: Sustancias minerales u orgánicas, naturales o fabricadas, aplicables al suelo, al agua de riego o a los sistemas hidropónicos, para nutrir las plantas o fortalecer su crecimiento [1]. Los tipos de aplicación de fertilizantes más comunes son i) Aplicación edáfica, que es directa o diluida en agua, en la base de la planta o en el sustrato, cercano a sus raíces, para que pueda ser aprovechado por la planta [33]; y II) Aplicación foliar, que es la pulverización de soluciones diluidas aplicadas directamente sobre las hojas [34]. Los fertilizantes se pueden clasificar en químicos, orgánicos e inorgánicos, así [1]:

Tabla 3.- Clasificación de los fertilizantes

Producto	Descripción
Fertilizantes minerales	Se preparan con materias inorgánicas a través de un proceso industrial. Son conocidos como fertilizantes químicos, artificiales, o inorgánicos.
Fertilizantes órgano-minerales	Son materias obtenidas mediante mezclas o procedimientos de materiales orgánicos con fertilizantes minerales para fortalecer sus nutrientes y valor fertilizante.

Producto	Descripción
Fertilizantes orgánicos	Se preparan con materiales vegetales (estiércol, purín, compost, o fango de aguas residuales) y animales (harina de hueso, harina de pescado, harinas de cuero y sangre) y/o materiales minerales no procesados (cal, roca o fosfatos), que contiene al menos 5% de nutrientes combinados.
Los biofertilizantes	Son productos que contienen microorganismos vivos o aletargados, como bacterias y hongos, que suministran nutrientes para fortalecer el crecimiento de las plantas.

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

- Plaguicida o producto fitosanitario: Los químicos destinados a prevenir, destruir o controlar plagas, especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio a la producción, elaboración, almacenamiento, transporte y/o comercialización de alimentos agrícolas [30] [31]. Se clasifican según su toxicidad, vida media, estructura química y uso [32].

Tabla 4.- Clasificación de los plaguicidas según su familia química

Familia química	Ejemplos
Organofosforados Organoclorados Carbamatos Tio carbamatos Piretroides	DDT, aldrín, endosulfán, endrín Bromophos, diclorvos, malatión Carbaryl, methomyl, propoxur
Derivados bipiridilos Derivados cloronitrofenólicos Derivados de triazinas	Cloromequat, diquat, paraquat, dicloroprop, picram, silvex, DNOC, dinoterb
Compuestos inorgánicos Compuestos orgánicos del estaño Compuestos de origen botánico	Arsénico pentóxido, obpa, fosfito de magnesio Cyhexatin, dowco, plictrán Rotenona, nicotina, aceite de canola

Fuente: Elaboración propia con base en Effects of pesticides on health and the environment

Tabla 5.- Clasificación productos fitosanitarios químicos según su utilidad

Producto	Utilidad
Insecticidas	Para el control de insectos (pulgones, mariposas, barrenillos).
Acaricidas	Para el control de ácaros (araña roja, blanca, eriófidos)
Nematicidas	Para controlar nematodos (anguílulas)
Funguicidas	Frenan el desarrollo de hongos (oidio, repilo, antracnosis).
Herbicidas	Utilizado contra hiervas invasoras de cultivos (malva, grama, jaramago).

Fuente: Elaboración propia con base en Manejo de productos fitosanitarios [30]

- **Producción:** Es la cantidad total de producto efectivamente obtenido de una superficie ocupada por plantas cultivadas de material vegetal; tallo, follaje o fruto para consumo animal o humano; y fibra, miel y látex, para uso industrial. Implica tanto el rendimiento como la superficie cosechada [1].
- **Rendimiento:** Es la cantidad total de producto agropecuario efectivamente obtenido después de la recolección en una unidad de área. La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) utiliza las unidades de peso por superficie, expresado en toneladas por hectárea (t/ha) y producción anual [1]. Los cuatro factores más importantes que influyen en el rendimiento de los cultivos son: la fertilidad del suelo, la disponibilidad de agua, el clima y las enfermedades o plagas [27].

3.3. MARCO LEGAL

La legislación colombiana sobre insumos agrícolas data desde 1938, cuando la implementación de las primeras disposiciones sobre sanidad vegetal y asistencia técnica le correspondía a la División de Cultivos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), por delegación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y de conformidad con la Resolución 3079 de 1995, pasó a ser en encargado de realizar el control técnico de los insumos agrícolas que se comercializan en el territorio nacional, mediante el registro de productores y la autorización de importación de productos terminados y materias primas utilizadas en la producción [36].

La legislación ambiental vigente, relacionada con plaguicidas químicos, fertilizantes, insumos agrícolas, entre otros temas, se describe en la siguiente tabla, respetando las escalas de importancia (Ley, Decreto, Resolución, Decisión, etc.)

Tabla 6.- Marco Legal Vigente

Normatividad	Descripción
Leyes	
Ley 203 de 1938	Art 1. Inspección, control del comercio, y aplicación de insecticidas y fungicidas.
Decretos	
Decreto 1843 de 1991, del Ministerio de salud	Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos III, V, VI, VII y XI de la Ley 09 de 1979, sobre uso y manejo de plaguicidas.
Decreto 502 de 2003, de la Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la Decisión Andina 436 de 1998 para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola.
Resoluciones	

Normatividad	Descripción
Resolución 384 de 2000, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).	Por la cual se dictan disposiciones para el uso adecuado de plaguicidas químicos.
Resolución 630 de 2002, de la Secretaría General de la Comunidad Andina	Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.
Resolución 150 de 2003, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.
Resolución 26 de 2005, del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución ICA No. 3759 del 16 de diciembre de 2003 sobre el Registro y Control de los Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.
Decisión	
Decisión 436 de 1998, de la Comisión de la Comunidad Andina	Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola.

Fuente: Elaboración propia con base en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) [37]

4. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES: HIPÓTESIS Y PRUEBAS

Como se indica desde el objetivo general de este trabajo, la evaluación del rendimiento de los cultivos de papa y tomate en el país, según sea el control fitosanitario y la fertilización, se hace desde el manejo estadístico de los datos aportados por la Encuesta Nacional Agropecuaria del DANE. En este sentido, se hace necesario abordar técnicamente la aplicación de la estadística descriptiva e inferencial al análisis y comprensión de los datos que aportan las encuestas de país.

4.1.1. La hipótesis y el valor P

En principio decir que cuando se hacen procesamiento estadísticos el fin último es aceptar o rechazar la hipótesis planteada. Se denomina hipótesis a los supuestos realizados con respecto a un parámetro o estadística como varianza, media, proporción, entre otros [23]. En este paso se definen dos tipos de hipótesis:

- **Hipótesis Nula = H_0 :** Es la afirmación de que dos (o más) parámetros o fenómenos no tienen relación entre sí y generalmente incluye un NO en su enunciado. Se usa en aplicaciones agrícolas para probar la efectividad de un fertilizante, partiendo de la premisa que “no hubo diferencia entre las muestras tratadas y no tratadas” [24]
- **Hipótesis Alternativa = H_1 :** Es la suposición alternativa a la hipótesis nula formulada en un experimento y/o investigación [24]

Para probar la hipótesis se usa, entonces, el valor P, entendido como el nivel (de significancia) más bajo en el que el valor observado de la estadística de prueba es significativo, o sea, el nivel de significancia más pequeño que conduce al rechazo de la hipótesis nula (H_0) [25]. Su función es ayudar a diferenciar resultados que son producto del azar del muestreo, de resultados que son estadísticamente significativos. Una vez que el valor de P se determina, la conclusión en cualquier nivel alfa (α) particular resulta de comparar el valor P con α [25].

- **Ecuación 1:** $Valor P \leq \alpha \rightarrow \text{Rechazar } H_0 \text{ al nivel } \alpha$
- **Ecuación 2:** $Valor P > \alpha \rightarrow \text{No rechazar } H_0 \text{ al nivel } \alpha$

Es decir que la regla de decisión es:

- Si $P \leq 0.05$ se rechaza H_0
- Si $P > 0.05$ No se rechaza H_0

Conforme lo anterior, la principal hipótesis de este trabajo es: *“los rendimientos alcanzados en los cultivos de papa y tomate, con sistemas de producción diferentes, se explican o se derivan por uso de prácticas agrícolas y culturales utilizadas en su producción, e identificar los elementos diferenciadores más significativos”*

A su vez, cada cultivo, departamento y variable de análisis, serán profundizados a la luz de hipótesis específicas, las cuales serán aceptadas o rechazadas conforme los resultados de la aplicación estadística objeto de esta investigación.

4.1.2. Las pruebas estudiadas

Para aceptar o rechazar las hipótesis propuestas se requiere la aplicación de pruebas estadísticas. A continuación se describen algunas de ellas.

- Fligner-Killeen Test: Busca comprobar la homogeneidad de la varianza, específicamente cuando los datos no están distribuidos normalmente o hay valores atípicos no resueltos en el conjunto de datos [24]. El procedimiento consiste en ordenar las variables $|X_{ij} - \widetilde{X}_i|$ de menor a mayor, donde $\widetilde{X}_i$ es la mediana de las N observaciones de la población i [24].
- Test Mann-Whitney-Wilcoxon: Si las dos muestras comparadas proceden de la misma población, al juntar todas las observaciones y ordenarlas de menor a mayor, cabría esperar que resultarán intercaladas aleatoriamente; por el contrario, si una de las muestras pertenece a una población con valores mayores o menores que la otra población, al ordenar las observaciones, estas tenderán a agruparse de modo que las de una muestra queden por encima de las de la otra [26]. Su dificultad metodológica radica en que ignora valores extremos, presentando una pérdida de potencia del 5% [26].

Se aplicó la prueba de Mann Whitney-Wilcoxon con el fin de determinar los rendimientos de cada grupo de los cultivos de tomate y papa e identificar cuál de las medianas en los dos grupos es mayor, a fin de ver la incidencia o el aporte que tiene la característica en el rendimiento del grupo.

Esto es posible en el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- Los datos tienen que ser independientes.
- Los datos tienen que ser ordinales o bien se tienen que poder ordenar de menor a mayor.
- No es necesario asumir que las muestras se distribuyen de forma normal o que proceden de poblaciones normales, sino que se cuenta con el mismo tipo de distribución (varianza, asimetría, etc.).
- Igualdad de varianza entre grupos (homocedasticidad)

El análisis del proyecto se centra o se focaliza en el conjunto de variables que son controladas a través de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017, sin llegar a establecer relaciones de causalidad dinámica entre el rendimiento alcanzado y la incidencia de factores no controlables como los eventos climáticos externos o la variabilidad climática que pueden igualmente incidir de forma negativa o positiva en la producción y por tanto en el rendimiento o en la productividad de la tierra.

Cabe mencionar que la población objeto para obtener los datos de la ENA, es el productor agropecuario, es decir que es la persona que invierte y asume la responsabilidad sobre la producción en diferentes escenarios. Sin embargo, en el momento de realizar la entrevista el encuestado idóneo puede ser el mismo productor agropecuario o un administrador de la Unidad Productora Agropecuaria (UPA) u otra figura responsable de la propiedad.

4.2. LA RUTA METODOLÓGICA

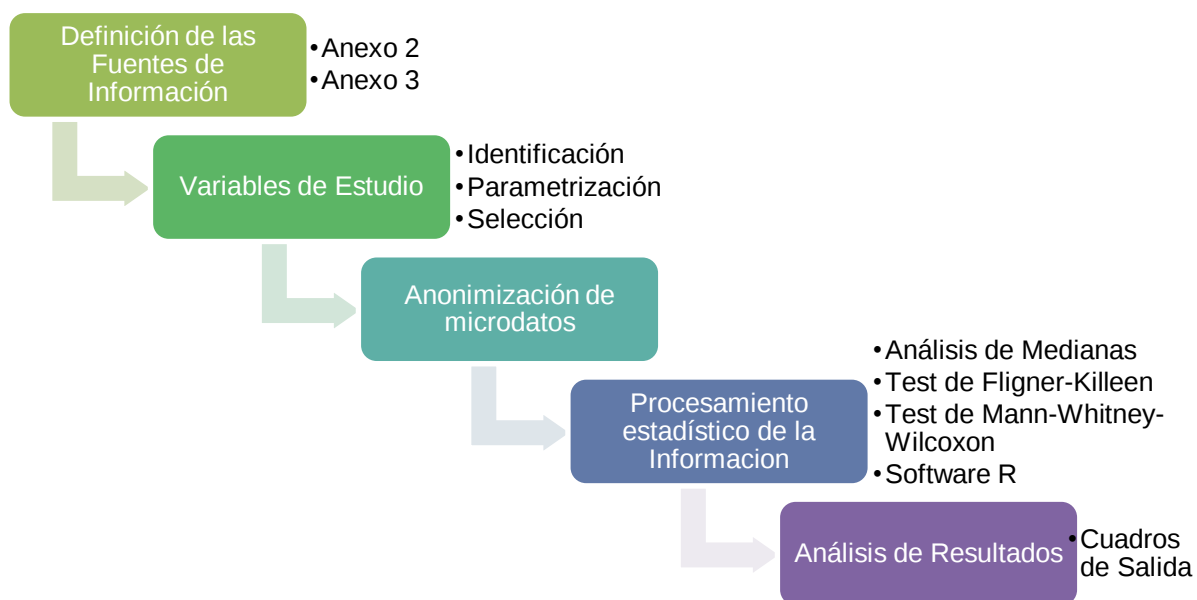
En términos prácticos, para dar alcance al análisis propuesto, se siguió una ruta metodológica diseñada en fases, que se describen a continuación:

- Definición de las fuentes de información: Se tomaron como fuentes primarias los datos estadísticos aportados por el DANE a través de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), usando como año de referencia 2017. Los Anexo 2 y 3 detallan el resumen de la información analizada, la cual corresponde a: área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del total nacional (discriminado por los 32 departamentos), de lo cual da resultados este estudio.
- Identificación, parametrización y selección de las variables de estudio:
 - Identificación: En el análisis de la estructura y contenidos temáticos de la ENA, se identificó las variables que pueden dar cuenta sobre la incidencia del control fitosanitario y la fertilización en el rendimiento de los cultivos.
 - Parametrización: Las características de las variables parametrizadas fueron:
 - Período de referencia: semestre I y II de 2017
 - Zonas productoras de observación: Cundinamarca y Boyacá
 - Niveles de desagregación: temática, temporal y espacial, caracterización de los cultivos y caracterización del productor y sistemas de producción (invernadero, cielo abierto)
 - Tipología de las variables: área sembrada (ha), área cosechada (ha) y producción (toneladas).

- Selección: Las variables idóneas o útiles seleccionadas se encuentran descritas en el Anexo 4.
- Anonimización de microdatos de la Encuesta: Se transformaron los datos individuales de las unidades de observación para salvaguardar los sujetos de información.
- Procesamiento de la información: Se generaron cuadros de salida a partir del cruce de las variables seleccionadas, a fin de aceptar o rechazar las hipótesis planteadas. La secuencia estadística fue la siguiente:
 - Estimación de las variables a partir de una muestra probabilística.
 - Los microdatos anonimizados se ingresaron al software R para calcular medidas de dispersión, medidas de tendencia central y realización de histogramas. Se decidió hacer el análisis a partir de las medianas, porque debido al amplio número de datos analizados, estos no tenían un comportamiento de normalidad.
 - Se realizó una prueba paramétrica por diferencia de medianas entre cada variable, para la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada.
 - La prueba por diferencia de medianas se hizo con el test de Fligner-Killeen, para determinar la homogeneidad de la varianza entre los datos, y posteriormente con el test Mann-Whitney-Wilcoxon para determinar las medianas en los grupos estudios.
 - A partir de los resultados de las pruebas se generaron los cuadros de salida en el software R.
- Análisis de los resultados generados: Trató de la discusión y conclusiones generadas a partir de los resultados vistos en los cuadros de salida con relación a las hipótesis plantadas y el objeto de estudio en general.

En términos generales, las fases o momentos de la ruta metodológica se pueden resumir en el siguiente esquema:

Ilustración 8.- Ruta Metodológica



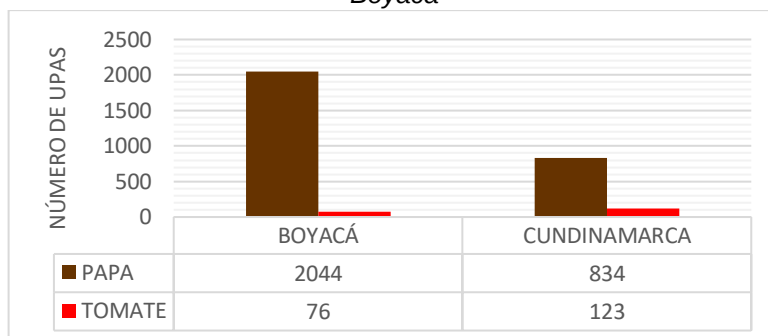
Fuente: Elaboración propia

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente apartado expresa los resultados, en términos de descripción, análisis e interpretación, de las aplicaciones metodológicas enunciadas en el capítulo anterior. Para una secuencia armoniosa, los resultados son expuesto conforme los objetivos específicos de este trabajo, a saber: i) la definición de las variables que pueden inferir en el rendimiento de los cultivos de papa y tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá; ii) la evaluación del rendimiento de los cultivos de papa en los departamentos seleccionados según las variables de incidencia; y iii) la evaluación del rendimiento de los cultivos de tomate en los departamentos seleccionados según las variables de incidencia. Es de anotar, no obstante, que para los objetivos ii y iii, se brinda información de contexto útil a la comprensión de los resultados hallados en el rendimiento de los cultivos.

5.1. Generalidades de la producción de papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá

Ilustración 9.- Total de unidades productoras por cultivo de los Departamentos de Cundinamarca y Boyacá



La actividad reportada para el cultivo de papa en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, con respecto al total de UPAS es de 2.044 y 834 respectivamente. En cuanto al cultivo de tomate en los departamentos de estudio, el total de UPAS es de 76 en Boyacá y 123 en Cundinamarca.

5.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES PARA EVALUAR EL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE PAPA Y TOMATE EN CUNDINAMARCA Y BOYACÁ

En el desarrollo de esta investigación se hizo un análisis de la estructura y contenidos temáticos de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), a partir de lo cual se definieron 4 categorías compartidas para la evaluación del rendimiento de los cultivos de papa y tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, además de 1 categoría específica, referida a el establecimiento para el cultivo de

tomate. A continuación, se presentan las categorías seleccionadas y sus respectivas variables:

5.2.1. Uso de Maquinaria Agrícola

Esta categoría hace referencia, al uso o no uso de maquinaria en alguna etapa del cultivo de papa y tomate, de acuerdo a lo informado por el agricultor o productor a la hora de la entrevista.

5.2.2. Aplicación de un control fitosanitario y sin control fitosanitario

La aplicación de un control fitosanitario hace referencia a la aplicación de métodos y técnicas para la prevención, control y eliminación de las enfermedades del cultivo, cuando no se aplica dicho control hace referencia de que no se vela por la protección del mismo sin presentar ninguna aplicación de algún insumo químico o no químico o implementar métodos que permitan proteger el cultivo.

5.2.3. Control fitosanitario Químico o No Químico

Los productores de papa y tomate en Boyacá y Cundinamarca pueden hacer control fitosanitario con insumos químicos o no químicos, se hace referencia al control fitosanitario sin la aplicación de productos químicos a un control biológico, cultural, físico, en donde también se puede presentar la combinación de ambos controles, según las prácticas del agricultor [17].

5.2.4. Manejo del cultivo con fertilizantes y sin fertilizantes

El uso de fertilizantes hace referencia cuando el productor o agricultor implementa sustancias minerales, orgánicas o químicas para la nutrición del cultivo, caso contrario cuando el productor decide no utilizar fertilizantes en su cultivo.

5.2.5. Uso de Fertilizantes Químicos o No Químicos

El uso de fertilizantes sin productos químicos hace referencia a la aplicación de abonos orgánicos y abonos verdes, para el caso de la variable de uso de fertilizantes con químicos quiere decir que dentro de los insumos para la producción agropecuaria se hace uso de fertilizantes, enmiendas y acondicionadores de suelo de origen químico. Es de anotar que los agricultores de Cundinamarca y Boyacá, por conocimiento propio, suelen realizar tanto la fertilización edáfica y foliar porque estas son complementarias a la hora de nutrir la planta, favoreciendo el desarrollo y resultado del cultivo [18].

5.2.6. Asistencia Técnica para el cultivo

Los servicios de asistencia técnica o acompañamiento a proyectos productivos agrícolas están orientados a fortalecer las capacidades productivas, comerciales y de gestión que garanticen su crecimiento, competitividad, sostenibilidad ambiental y social. Para el caso de análisis, se valora si el cultivo de papa y tomate recibe o no asistencia técnica durante alguna fase de su producción.

5.2.7. Establecimiento para el cultivo de Tomate

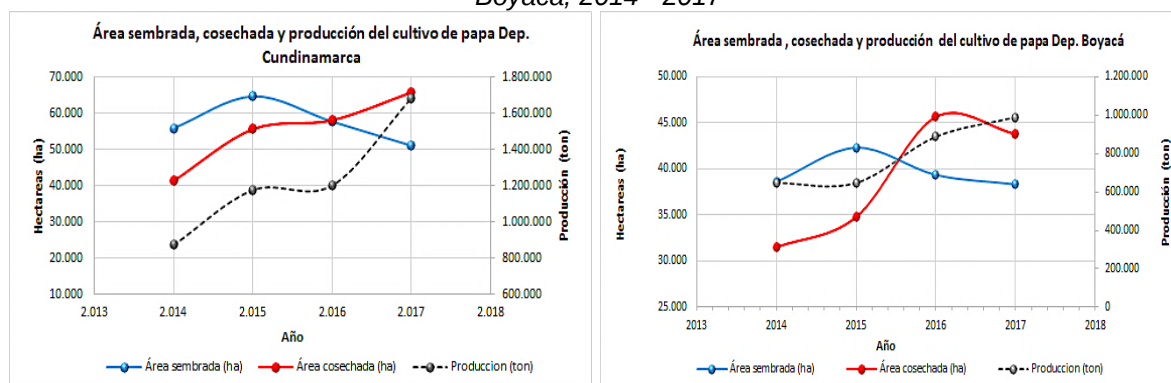
En tanto los cultivos de tomate se dan principalmente en dos modalidades: cielo abierto e invernadero.

5.3. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE PAPA SEGÚN LAS VARIABLES DE INCIDENCIA

5.3.1. Evolutivo de siembra, cosecha y producción de papa en Cundinamarca y Boyacá 2014 - 2017

Esta sección se propone contextualizar cómo ha sido la siembra, cosecha y producción en general de la papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, para lo cual se inicia con un análisis comparado del rendimiento que tuvo este producto en cada año del 2014 al 2017.

Ilustración 10.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá, 2014 - 2017



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

En ambos departamentos se identifica que en los últimos años ha habido una mejoría en el rendimiento de los cultivos de papa, pues la relación expresa un descenso de las hectáreas sembradas versus un aumento de las hectáreas cosechadas, lo cual se contrarresta, a su vez, con el incremento en el índice de producción de papa medido en toneladas. Para el caso de Boyacá esta variación se

hace significativa en el año 2016, el cual mejoró significativamente con el aumento de la cosecha.

El aumento que se presencia de la productividad del cultivo de papa en los departamentos seleccionados, específicamente en los últimos 3 años, se puede explicar en el incremento de la tecnificación de los procesos de producción, incluida la siembra de variedades con mayor rendimiento.

5.3.1.1. *Siembra, cosecha y producción de papa en Cundinamarca y Boyacá en 2017*

Si se hace el análisis específico de la siembra, cosecha y producción del cultivo de papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, conforme los datos aportados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017, se identifica de manera general que:

- El primer semestre de 2017 presenta mejores resultados para el departamento de Cundinamarca, mientras que Boyacá tiene una producción parecida durante el primer y segundo semestre del mismo año.
- Cundinamarca tuvo un área total sembrada de 51.073 hectáreas (ha) y Boyacá de 38.323 ha, lo que pone a Cundinamarca un 25% arriba de Boyacá en lo que se refiere a la destinación del suelo para este tipo de cultivo.
- Cundinamarca tuvo un área total cosechada de 65.779 hectáreas (ha) y Boyacá de 43.781 ha, lo que equivale a un 34% de mayor cosecha para Cundinamarca, explicado en el área total sembrada, la cual también es mayor.
- Cundinamarca tuvo una producción total de 1.681.815 toneladas y Boyacá de 987.551 toneladas, respectivamente. Esto es un 41% más de productividad para Cundinamarca, explicado en las áreas de siembra y cosecha.
- En Cundinamarca el rendimiento total del cultivo de papa fue de 25,6 toneladas por hectárea (t/ha) y en Boyacá el rendimiento fue de 23,2 t/ha.

Ilustración 11.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá, 2017

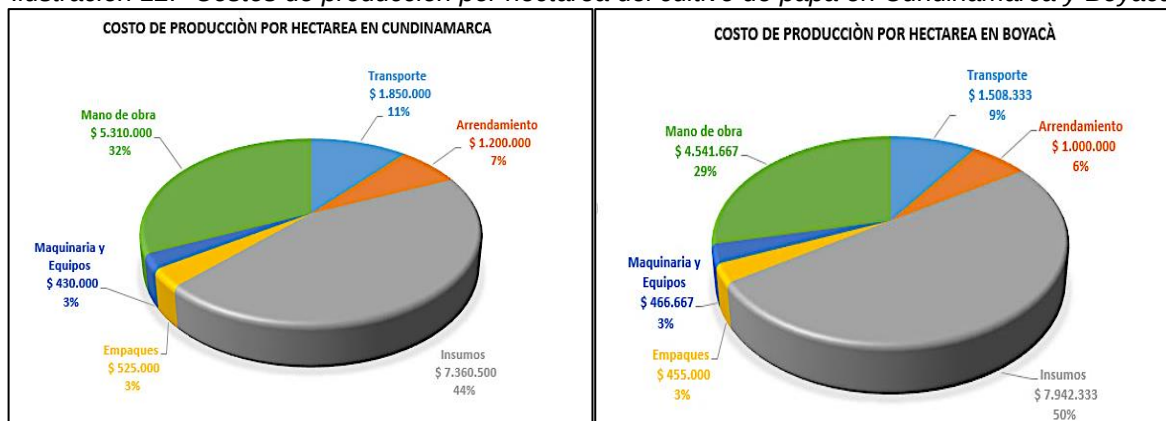
CULTIVO DE PAPA					
Departamento		Boyacá	Participación (%)	Cundinamarca	Participación (%)
Área sembrada	Total ha	38.323	100%	51.073	100%
	Semestre I	18.356	48%	41.728	82%
	Semestre II	19.967	52%	24.051	47%
Área cosechada	Total ha	43.781	100%	65.779	100%
	Semestre I	23.258	53%	41.728	63%
	Semestre II	20.523	47%	24.051	37%
Producción	Total ton	987.551	100%	1.681.815	100%
	Semestre I	511.759	52%	1.013.275	60%
	Semestre II	475.791	48%	668.540	40%
Rendimiento	Total t/ha	22,6	-	25,6	-
	Semestre I	22,0	-	24,3	-
	Semestre II	23,2	-	27,8	-

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Conforme los datos aportados para el año 2017, se puede ver cómo la siembra, cosecha y producción de papa en Cundinamarca tiende a crecer de forma exponencial, de tal manera que el área sembrada versus el área cosechada y la producción en toneladas parecieran mejorarse porcentualmente una a la otra, como en un efecto bola de nieve.

5.3.1.2. Costos de producción por hectárea del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá

Ilustración 12.- Costos de producción por hectárea del cultivo de papa en Cundinamarca y Boyacá



Fuente: Elaboración propia

La estructura de costos de producción de papa está ligada a las dinámicas regionales; no obstante, en ambos departamentos los insumos (compuestos por semilla, enmiendas, abonos orgánicos, fertilizantes edáficos y foliares o reguladores fisiológicos; entre otros) ocupan la mayor proporción del costo total, con un peso entre el 44% y el 50% [38]; seguido por la mano de obra (con labores de siembra,

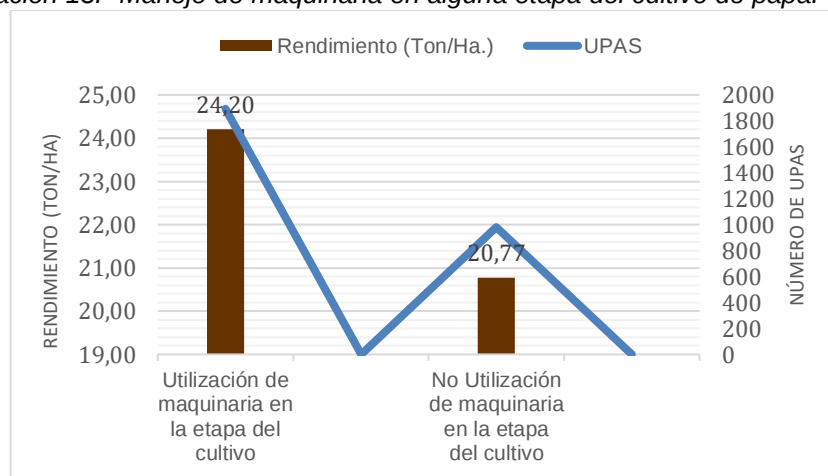
deshierba, cosecha, recolección, clasificación, empaque, pesaje y cargue, aplicación de enmiendas, abono, fertilizantes, productos para el manejo de plagas y enfermedades, acarreo de insumos, y alimentación de obreros) que presenta una inversión alrededor del 30% en cada departamento [39].

Tanto en Cundinamarca como en Boyacá se invirtió poco en maquinaria equipos (aproximadamente el 3%) durante el 2017. Lo propio sucedió con los empaques (aproximadamente el 3%), quizás, por el tipo de producto, pues es sabido que la papa se vende al peso y sin mayor envoltura.

5.3.2. Rendimiento de los cultivos de papa según las variables de incidencia, de acuerdo al desarrollo del análisis descriptivo y resultados de prueba.

5.3.2.1. Rendimiento de la papa con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo

Ilustración 13.- Manejo de maquinaria en alguna etapa del cultivo de papa.



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Con respecto a la utilización de maquinaria o no uso de la misma en el cultivo de papa puede incidir frente al rendimiento del mismo, en donde se evidencia que el manejo de maquinaria registra un rendimiento de 24,20 toneladas por hectárea, lo cual este rendimiento se encuentra por encima del promedio del rendimiento Nacional, dato que es suministrado por la Federación Colombiana de productores Papa y el Ministerio de Agricultura, en donde para el año 2017 en el informe generado por la entidad registra un promedio de 21,55 ton/ha.

5.3.2.2. Rendimiento de los cultivos de papa según las variables de incidencia. Resultados de prueba.

Conforme lo descrito en la metodología, la aplicación de la prueba de Fligner- Killeen se utilizó para determinar la homogeneidad de la varianza entre los datos, y posteriormente el test Mann-Whitney-Wilcoxon para determinar las medianas en los grupos estudios (cultivos de papa) e identificar cuál es mayor para ver la incidencia o el aporte que tiene la característica (variable) en el rendimiento del producto. A continuación, se presentan los resultados para los grupos de variable de cada categoría seleccionada (ver primera parte de este capítulo):

5.3.2.2.1. Rendimiento de la papa con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo

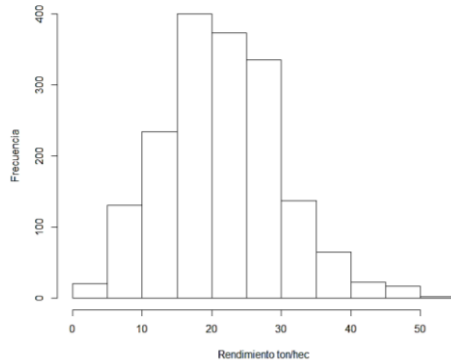
Se presentan las hipótesis planteadas para la siguiente prueba:

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que no uso maquinaria es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que uso maquinaria.

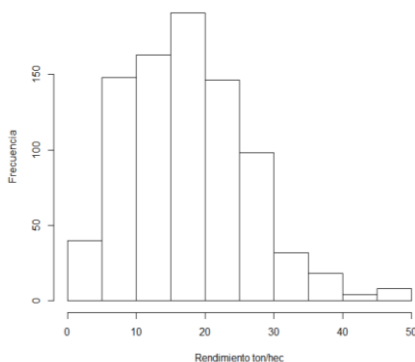
$H_A: \mu_A < \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que no uso maquinaria es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que uso maquinaria.

Ilustración 14.- Histograma y resultados del cultivo de papa con el uso de maquinaria

Cultivo de papa con el uso de maquinaria



Cultivo de papa sin el uso de maquinaria



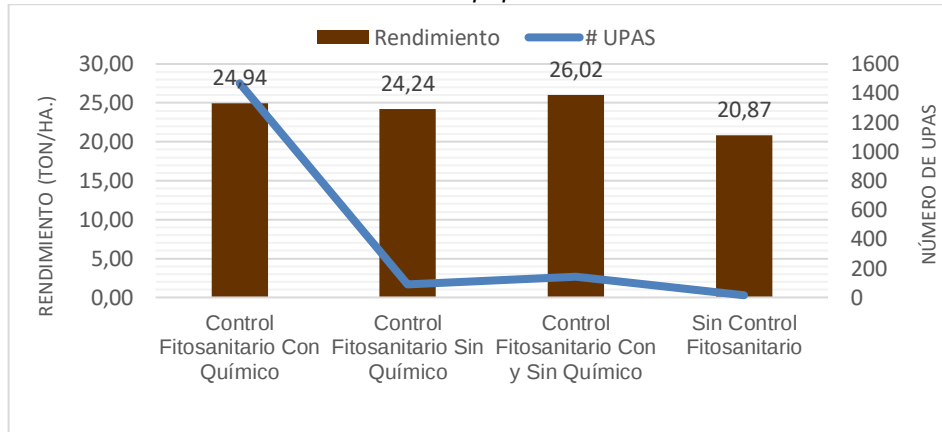
DATOS	Con maquina	Sin Maquina
Mínimo	0.04	0,40
1st Cuartil	16.36	11.71
Mediana	22.11	18.42
Media	22.59	18.47
3er cuartil	28.65	25,00
Máximo	54.17	50.00
Fligner-Killeen	0.08391	
Mann-Whitney Wilcoxon	2.2e-16	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia.

Dado que el resultado del p-valor para el test de Fligner-Killeen es de 0.08391 (igualdad de varianza) y resultado del test de Mann–Whitney Wilcoxon para el p-value es de 2.2e-16 se concluye que hay evidencias en contra de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna, La mediana del grupo de papa que usó maquinaria es mayor, lo cual indica los rendimientos de los cultivos de papa con uso de maquinaria agrícola en alguna etapa del cultivo son mayores a los que no usaron maquinaria. El rendimiento de la papa es mayor con el uso de maquinaria. Por lo que se encuentra entre promedio del rendimiento nacional, registrado por las entidades gubernamentales.

5.3.2.3. Rendimiento de la papa con o sin control fitosanitario para el manejo de plagas, malezas o enfermedades

Ilustración 15.- Rendimiento del cultivo de papa con o sin control fitosanitario



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

En el anterior estudio se puede evidenciar que se presenta un rendimiento óptimo, contrastando con el promedio registrado por las entidades competentes, el cual va por encima del promedio prolongado, teniendo en cuenta lo hablado, se registra que para al mezclar un control fitosanitario con aplicación de productos químicos y la aplicación de controles fitosanitarios no químicos (biológicos, físicos, culturales, entre otros) puede presentar que tiene un buen control y buen rendimiento durante la etapa del cultivo, el cual registra que 26,02 toneladas por hectáreas, comparando a un resultado de 20,87 Ton/Ha. Cuando no se le aplica ningún control fitosanitario dentro de los cultivos, se debe tener en cuenta que la presencia de este resultado puede incidir la cantidad de UPAS registradas en el estudio.

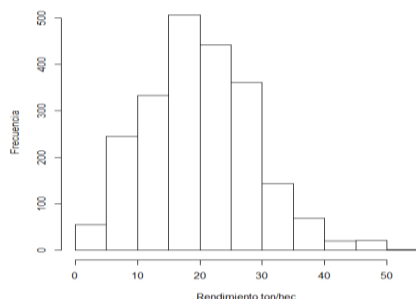
5.3.2.3.1. Rendimiento de los cultivos de papa según la aplicación de un control fitosanitario. Resultados de prueba.

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que no tiene control es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que tiene control.

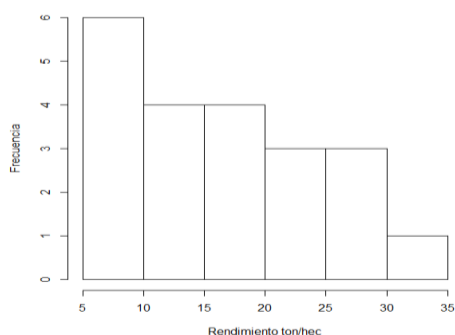
$H_A: \mu_A < \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que no tiene control es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que tiene control.

Ilustración 16.- Histograma y resultados del cultivo de papa con y sin Control fitosanitario

Cultivo de papa con control fitosanitario



Cultivo de papa sin control fitosanitario



DATOS	Con Control	Sin Control
Mínimo	0.04	5.00
1st Cuartil	15.00	10.00
Mediana	20,00	18,00
Media	21.13	17,06
3er cuartil	27.00	23,00
Máximo	54.17	30.17
Fligner-Killeen	0.7665	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.02274	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la realización del primer test de Fligner-Killeen es de 0.7665 y del segundo del test de Mann-Whitney Wilcoxon para el p-valor es de 0.02274 concluye que hay evidencias en contra de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna. La mediana del grupo de papa que aplicó un control fitosanitario es mayor, lo cual indica que los rendimientos de los cultivos de papa con implementación de control fitosanitario son mayores con respecto a los que no aplicaron control fitosanitario. Además, de acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) de 2017, la mayoría de las Unidades Productivas Agropecuarias-UPAS que no implementaron un control fitosanitario tuvieron un rendimiento en sus cultivos de papa entre 5 y 10 toneladas por hectárea (t/ha) [17], mucho menos que el promedio de los departamentos analizados (entre 23 y 25 t/ha). El rendimiento de la papa es mayor con el uso de control fitosanitario.

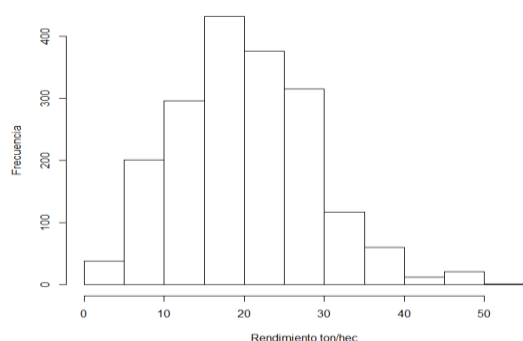
5.3.2.4. Rendimiento de la papa según control fitosanitario con uso de insumos químicos o no químicos

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que tiene control con productos químicos es igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que tiene control sin productos químicos.

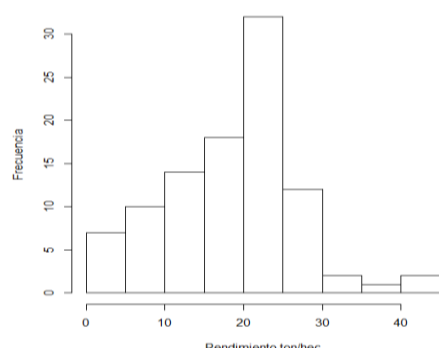
$H_A: \mu_A < \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que tiene control con productos químicos es distinta que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa que tiene control sin productos químicos.

Ilustración 17.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con Control fitosanitario con y sin la aplicación de insumos químicos

Con la aplicación de insumos químicos



Sin la aplicación de insumos químicos



DATOS	Con Químico	Sin Químico
Mínimo	1.00	0,40
1st Cuartil	15.00	15.00
Mediana	20,00	20,68
Media	21.18	19,97
3er cuartil	27.00	25,00
Máximo	54.17	42,00
Fligner-Killeen	0.5426	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.3071	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

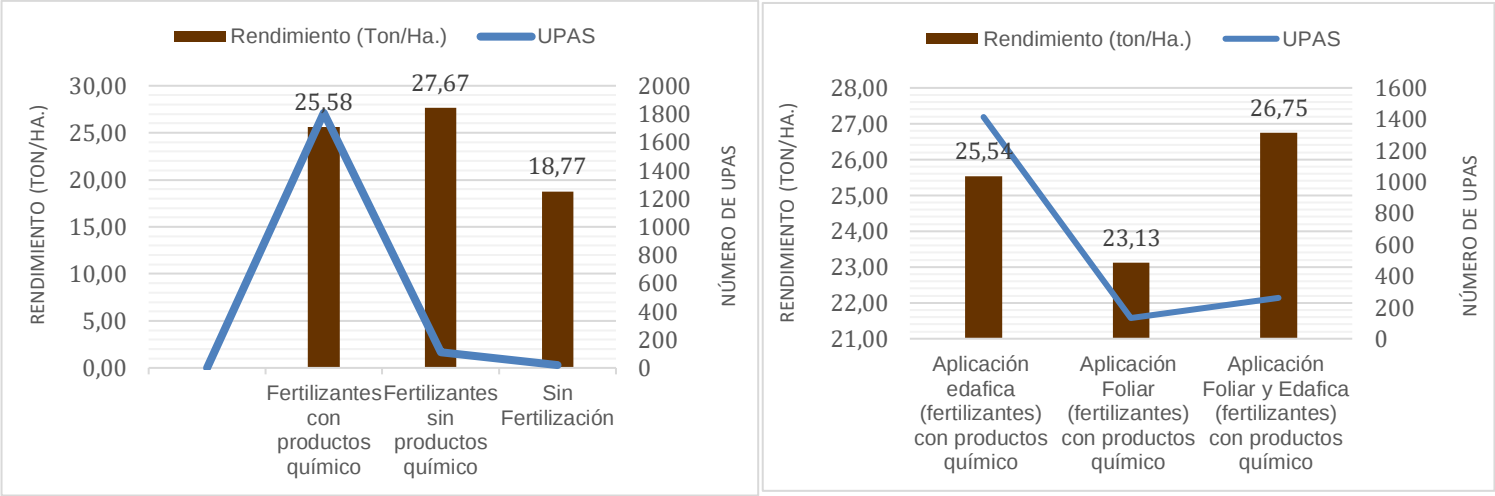
Fuente: Elaboración propia.

Las medianas de los grupos de estudio son relativamente iguales, lo que indica que no hay diferencias significativas entre los rendimientos de los cultivos de papa en los que se aplica control fitosanitario con insumos químicos versus cultivos donde se aplica control fitosanitario sin insumos químicos, por lo que se puede suponer que para el manejo de plagas, malezas o enfermedades no es imprescindible el uso de sustancias químicas que puedan afectar el medio ambiente. El rendimiento

de la papa es similar en control fitosanitario con o sin químicos, presentando un resultado de 20,00 a 20,68 ton/ha. Para las dos aplicaciones de control fitosanitario, pero para el desarrollo del cultivo de papa si es primordial aplicar este tipo de controles ya que, al no tener un adecuado manejo de plagas, malezas, enfermedades, entre otros, pueden presentar perdidas parciales o totales del cultivo.

5.3.2.5. Rendimiento del cultivo de papa con o sin uso de fertilizantes

Ilustración 18.- Uso y no uso de fertilizantes en el cultivo de papa y su forma de aplicación



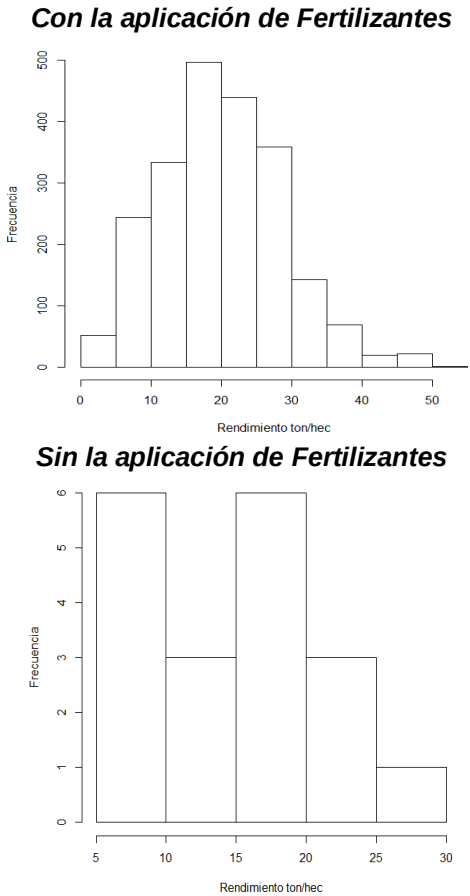
Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

El uso de fertilizantes para el cultivo de papa puede incidir en el desarrollo del mismo, presentando rendimientos óptimos según las entidades gubernamentales, pero al no aplicar una fertilización puede presentar complicaciones en el desarrollo del cultivo sin tener una buena retención de nutrientes y crecimiento del producto cultivado, así como se evidencia en la gráfica derecha se registra que el no uso de fertilizantes presenta un rendimiento de 18,77 Ton/ha., encontrándose por debajo del promedio nacional, por esta razón es indispensable el uso de fertilizantes y aplicarlos de manera adecuada, así como se evidencia que su uso de forma de aplicación foliar y edáfica puede presentar un rendimiento de 26,75 ton/ha. el cual este permite tener un desarrollo del cultivo en buenas condiciones y de manera eficiente para el productor.

5.3.2.5.1. Rendimiento del cultivo de papa con o sin uso de fertilizantes. Resultados de prueba

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa sin fertilizar es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa fertilizado.
 $H_A: \mu_A < \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa sin fertilizar es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa fertilizado.

Ilustración 19.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con la aplicación de fertilizantes y sin la aplicación de fertilizantes



DATOS	Con Químico	Sin Químico
Mínimo	0,04	5,00
1st Cuartil	15.00	8,12
Mediana	20,00	17,00
Media	21.18	15,46
3er cuartil	27.00	20,00
Máximo	54.17	29,63
Fligner-Killeen	0.6402	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.00284	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia.

El uso de fertilizante en esta prueba presenta un rendimiento de 20,00 ton/ha., por lo tanto, se concluye que hay evidencias en contra de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna, se puede decir con la información disponible que la mediana del grupo de papa al cual aplicaron fertilizante es mayor, lo cual indica que sí hay

diferencias significativas en los rendimientos de los cultivos de papa al cual aplicaron fertilizante con respecto a los que no aplican fertilizante. Así como se puede evidenciar en el análisis descriptivo del mismo.

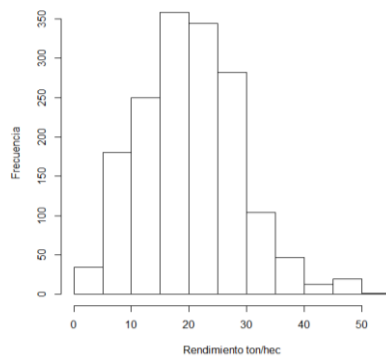
5.3.2.6. Rendimiento de la papa según el uso de fertilizantes con insumos químicos o no químicos

$H_A: \mu_A < \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo del cultivo de papa fertilizado sin producto químico es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo del cultivo de papa fertilizado con producto químico.

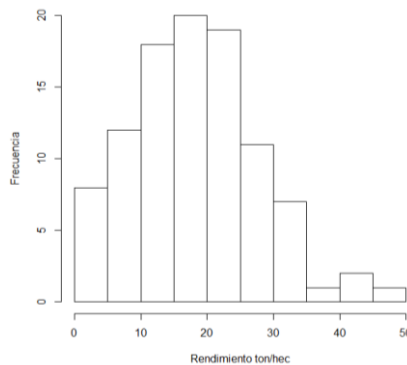
$H_A: \mu_A < \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo del cultivo de papa fertilizado sin producto químico es menor que la mediana de los rendimientos del grupo del cultivo de papa fertilizado con producto químico.

Ilustración 20.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con la aplicación de fertilizantes químico o no químico

Con la aplicación de Fertilizantes químicos



Sin la aplicación de Fertilizantes químicos



DATOS	Con Químico	Sin Químico
Mínimo	1,00	0,40
1st Cuartil	15,00	12,50
Mediana	20,00	20,00
Media	21,28	19,45
3er cuartil	27,17	25,00
Máximo	54,17	50,00
Fligner-Killeen	0.2911	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.002498	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia.

El resultado del test de Mann–Whitney Wilcoxon para el p-valor es de 0.02498 contrastando con un $\alpha=0.05$ se concluye que hay evidencias en contra de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna. Para la ejecución de esta prueba se evidencia que no se presentan diferencias significativas en las medianas frente a la aplicación de fertilizantes químicos y fertilizantes sin químicos, pero analizando el resultado promedio de los datos presenta que al no aplicar fertilizante químico puede registrar un rendimiento de 19,45% encontrándose en una relación de 11 % menos del promedio nacional, ya que según el Ministerio de agricultura registra para el año 2017 un promedio de 21,55 ton/ha.

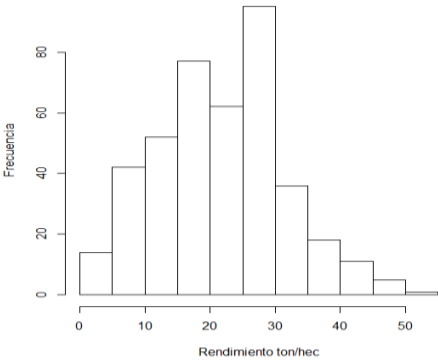
5.3.2.7. Rendimiento del cultivo de papa con o sin realización de Asistencia Técnica

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa sin asistencia técnica es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa con asistencia técnica.

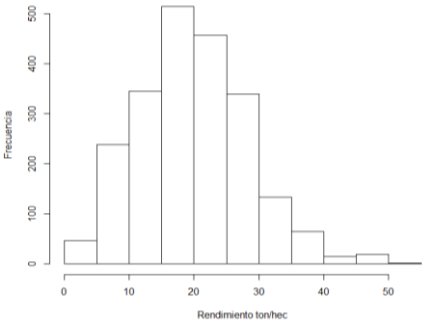
$H_A: \mu_A < \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa sin asistencia técnica es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de papa con asistencia técnica.

Ilustración 21.- Histogramas y resultados del cultivo de papa con y sin la realización de asistencia Técnica

Con Asistencia Técnica



Sin Asistencia Técnica



DATOS	Con A. técnica	Sin A. técnica
Mínimo	1,00	0,40
1st Cuartil	15,00	15,00
Mediana	23,44	20,00
Media	22,83	20.94
3er cuartil	30,00	26,54
Máximo	54,17	53,57
Fligner-Killeen	0.2911	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.002498	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia.

Dado que el resultado del p-valor para el test de Fligner-Killeen es de 0.07156 y el resultado del test de Mann–Whitney Wilcoxon para el p-valor es 0.0001062 contrastando con un $\alpha=0.05$ se concluye que hay evidencias en contra de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna, se puede decir con la información disponible que la mediana del grupo de papa el cual tiene asistencia técnica es mayor registrando 23,44 ton/ha., lo cual indica que hay diferencias significativas en los rendimientos de los cultivos de papa con asistencia técnica respecto a los cultivados sin asistencia técnica el cual se presenta un rendimiento de 20 ton/ha.

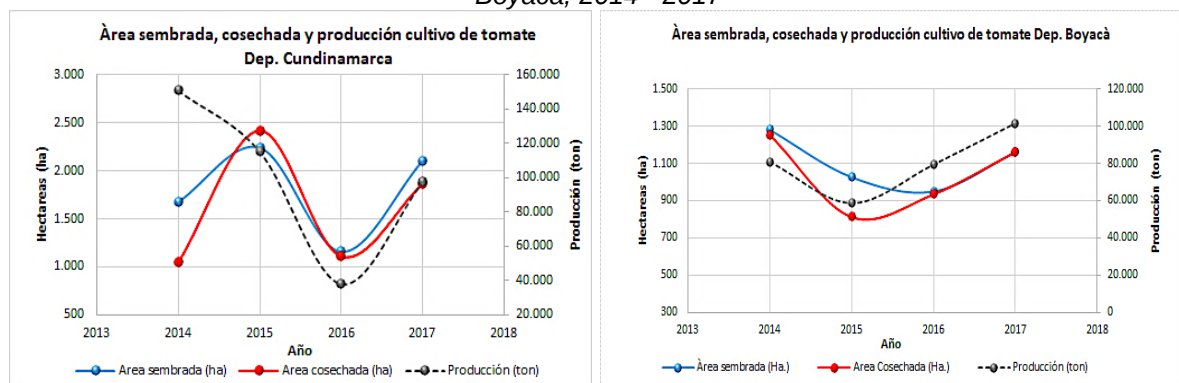
5.4. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS DE TOMATE SEGÚN LAS VARIABLES DE INCIDENCIA

5.4.1. Generalidades de la producción de tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá

Esta sección se propone contextualizar cómo ha sido la siembra, cosecha y producción en general del tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, para lo cual se inicia con un análisis comparado del rendimiento que tuvo este producto en cada año del 2014 al 2017.

5.4.1.1. Evolutivo de siembra, cosecha y producción de tomate en Cundinamarca y Boyacá 2014 - 2017

Ilustración 22.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá, 2014 - 2017



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

A diferencia de los cultivos de papa (capítulo anterior), la siembra, cosecha y producción de tomate en Cundinamarca y Boyacá expresa un leve incremento no lineal; pues si bien en el último año ambos departamentos mejoraron su rendimiento en el cultivo de tomate, se identifican variaciones negativas en el año 2016 para

Cundinamarca y en el año 2015 para Boyacá, respectivamente, siendo Cundinamarca el departamento que presenta mayor inestabilidad en los resultados de este producto en el período analizado.

5.4.1.2. Siembra, cosecha y producción de tomate en Cundinamarca y Boyacá en 2017

Si se hace el análisis específico de la siembra, cosecha y producción del cultivo de tomate en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, conforme los datos aportados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017, se identifica de manera general que:

- El segundo semestre de 2017 presenta mejores resultados en el rendimiento del cultivo de tomate para ambos departamentos.
- Cundinamarca tuvo un área total sembrada de 2.104 hectáreas (ha) y Boyacá de 1.160 ha, lo que pone a Cundinamarca un 45% arriba de Boyacá en lo que se refiere a la destinación del suelo para este tipo de cultivo.
- Cundinamarca tuvo un área total cosechada de 1.864 hectáreas (ha) y Boyacá de 1.161 ha, lo que equivale a un 38% de mayor cosecha para Cundinamarca, explicado en el área total sembrada, la cual también es mayor.
- Cundinamarca tuvo una producción total de 97.736 toneladas y Boyacá de 101.543 toneladas, respectivamente. Esto es un 5% más de productividad para Boyacá, quizás, por otros factores asociados al proceso de siembra y cosecha más allá del área destinada.
- En Cundinamarca el rendimiento total del cultivo de tomate fue de 52,4 toneladas por hectárea (t/ha) y en Boyacá el rendimiento fue de 87,5 t/ha.

Ilustración 23.- Área sembrada, cosechada y producción del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá, 2017

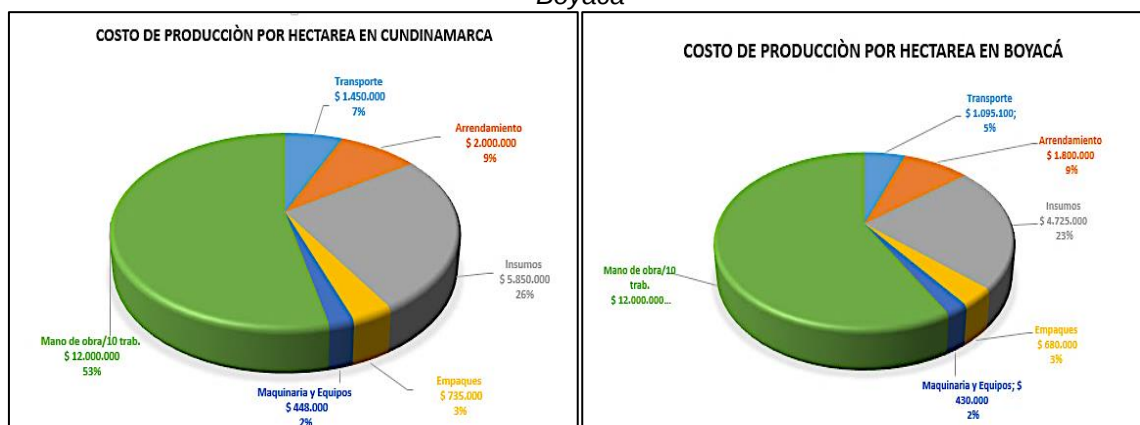
CULTIVO DE TOMATE					
Departamento		Boyacá	Participacion (%)	Cundinamarca	Participacion (%)
Área sembrada	Total ha	1.160	100%	2.104	100%
	Semestre I	549	47%	828	39%
	Semestre II	611	53%	1.276	61%
Área cosechada	Total ha	1.161	100%	1.864	100%
	Semestre I	477	41%	968	52%
	Semestre II	684	59%	895	48%
Producción	Total ton	101.543	100%	97.736	100%
	Semestre I	41.669	41%	46.541	48%
	Semestre II	59.874	59%	51.195	52%
Rendimiento	Total t/ha	87,5	-	52,4	-
	Semestre I	87,3	-	48,1	-
	Semestre II	87,6	-	57,2	-

Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Llama la atención que, aunque Cundinamarca destinó mayor área a la siembra (45% más) y cosecha (38% más) de tomate que Boyacá, este último tuvo un mayor rendimiento del producto, demostrando con su ventaja que las prácticas y el manejo del cultivo son factores determinantes en el resultado final.

5.4.1.3. Costos de producción por hectárea del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá

Ilustración 24.- Costos de producción por hectárea del cultivo de tomate en Cundinamarca y Boyacá



Fuente: Elaboración propia

La estructura de costos de producción de tomate está ligada a las dinámicas regionales; no obstante, en ambos departamentos la mano de obra (con labores de siembra, deshierba, cosecha, recolección, clasificación, empaque, pesaje y cargue, aplicación de enmiendas, abono, fertilizantes, productos para el manejo de plagas y enfermedades, acarreo de insumos, y alimentación de obreros) ocupa la mayor proporción del costo total, con un peso aproximado del 53% [39]; seguido por los insumos (compuestos por semilla, enmiendas, abonos orgánicos, fertilizantes edáficos y foliares o reguladores fisiológicos; entre otros) que presenta una inversión que oscila entre el 23% y el 53% en cada departamento [38].

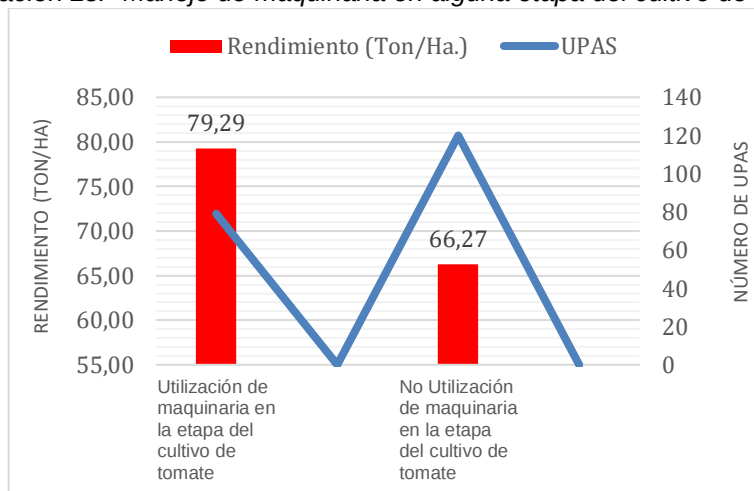
Estos datos son inversamente proporcionales a los evidenciados en el cultivo de papa, donde la mayor inversión o costo se da en insumos (44% - 50%) y después en mano de obra (29% - 32%).

Al igual que sucede con el cultivo de papa, tanto en Cundinamarca como en Boyacá se invirtió poco en maquinaria equipos (aproximadamente el 2%) durante el 2017 y en empaques (aproximadamente el 3%), quizás, porque este producto también se vende al peso y sin mayor envoltura.

5.4.2. Rendimiento del cultivo de tomate según las variables de incidencia, de acuerdo al desarrollo del análisis descriptivo y resultados de test.

5.4.2.1. Rendimiento del tomate con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo

Ilustración 25.- Manejo de maquinaria en alguna etapa del cultivo de tomate



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

El rendimiento del tomate con uso de maquinaria en alguna etapa del cultivo en aproximadamente 79 UPAS entrevistadas es de 79,29 toneladas por hectárea, lo que quiere decir que el agricultor obtiene un 54% más de rendimiento cuando decide emplear maquinaria en su siembra. Sin embargo, no existe gran diferencia en el rendimiento del cultivo cuando no se utiliza maquinaria.

5.4.2.2. Rendimiento de los cultivos de tomate según las variables de incidencia. Resultados de prueba.

Como se hizo con los datos de los cultivos de papa, se aplicó la prueba de Fligner-Killeen para determinar la homogeneidad de la varianza entre los datos, y posteriormente el test Mann-Whitney-Wilcoxon para determinar las medianas en los grupos estudios (cultivos de tomate) e identificar cuál es mayor para ver la incidencia o el aporte que tiene la característica (variable) en el rendimiento del producto. A continuación, se presentan los resultados para los grupos de variable de cada categoría seleccionada (ver primera parte de este capítulo):

5.4.2.2.1. Rendimiento del tomate con o sin uso de Maquinaria Agrícola en alguna etapa del cultivo

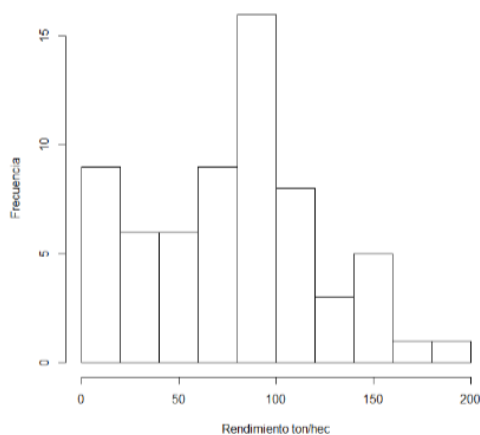
Se presentan las hipótesis planteadas para la siguiente prueba:

$H_0: \mu_A = \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate en invernadero que uso maquinaria es igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate en invernadero que no uso maquinaria.

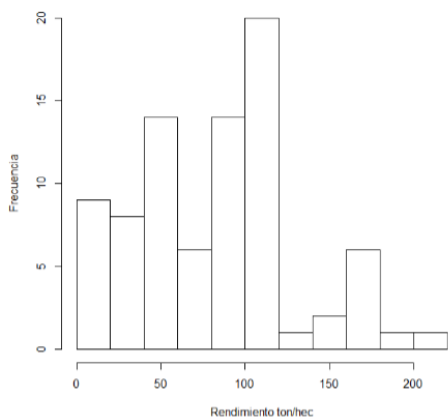
$H_A: \mu_A \neq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate en invernadero que uso maquinaria es distinta que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate en invernadero que no uso maquinaria.

Ilustración 26- Histogramas y resultados del cultivo de tomate con el uso y sin uso de maquinaria

Cultivo de tomate en invernadero con uso de maquinaria



Cultivo de tomate en invernadero sin uso de maquinaria



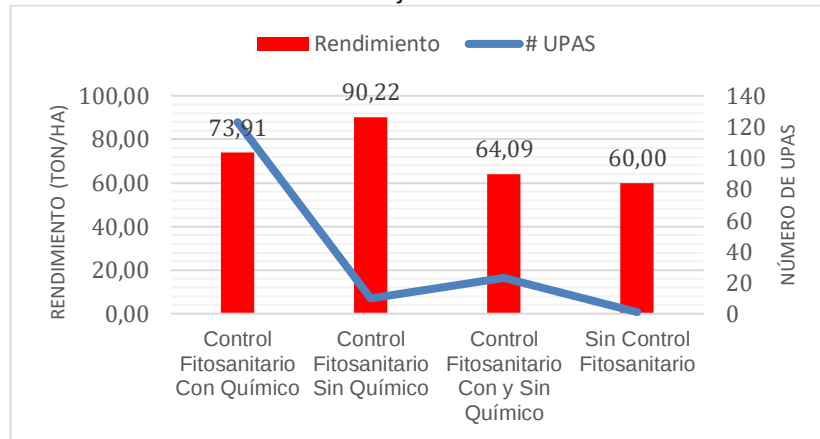
DATOS	Con maquina	Sin Maquina
Mínimo	8,46	8,00
1st Cuartil	47,11	47,38
Mediana	84,16	91,88
Media	79,53	84,29
3er cuartil	110,00	111,10
Máximo	190,50	203,70
Fligner-Killeen	0.2288	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.6067	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia

En promedio las medianas de ambos grupos son iguales, esto como resultado a favor de la hipótesis nula, lo que indica no hay diferencias significativas tanto en los rendimientos del tomate que usó o no maquinaria agrícola en algunas de las etapas del cultivo bajo invernadero.

5.4.2.3. Rendimiento del tomate con el manejo de control fitosanitario para el manejo de plagas, malezas o enfermedades

Ilustración 27.- Manejo del control fitosanitario



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Al realizar un control fitosanitario químico sobre el cultivo de tomate genera un rendimiento de aproximadamente 74 toneladas por hectárea, por el contrario, se obtiene un 55% más de rendimiento sin aplicación de químicos ya sea a través de un control biológico, cultural o físico (90,22 ton/ha). Ahora hay agricultores que deciden combinar insumos químicos y de origen orgánico para realzar el control fitosanitario del tomate obteniendo un rendimiento de 64,09 toneladas por hectárea.

5.4.2.3.1. Rendimiento del tomate según control fitosanitario con uso de insumos químicos o no químicos

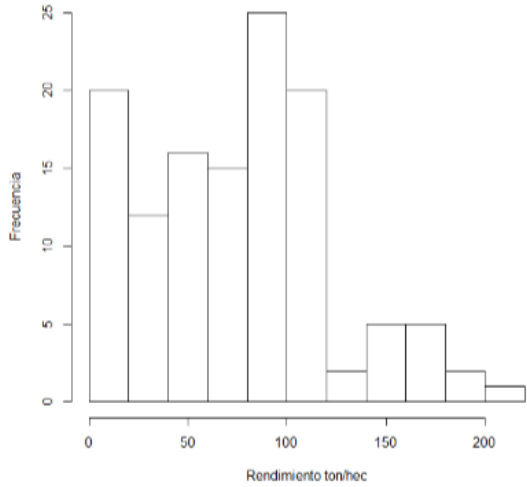
Se presentan las hipótesis planteadas para la siguiente prueba:

$H_0: \mu_A = \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate que tiene control con productos químicos es igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate que tiene control sin productos químicos.

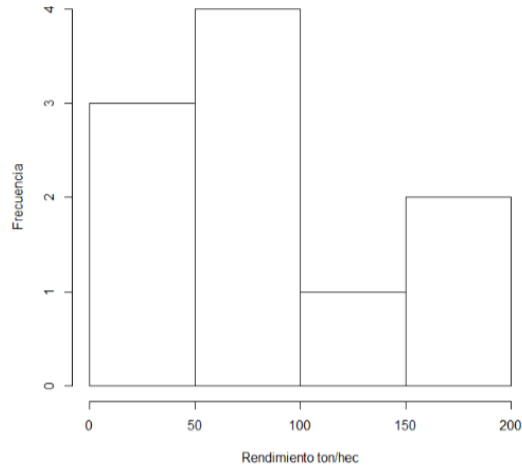
$H_A: \mu_A \neq \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate que tiene control con productos químicos es distinta que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate que tiene control sin productos químicos.

Ilustración 28. - Histogramas y resultados del cultivo de tomate según control fitosanitario con uso de insumos químicos o no químicos.

**Cultivo de tomate con control fitosanitario
con insumos químicos**



**Cultivo de tomate con control fitosanitario
sin insumos químicos**



DATOS	Control químico	Control sin químico
Mínimo	3,13	9,00
1st Cuartil	40,00	50,83
Mediana	79,00	78,03
Media	77,91	87,11
3er cuartil	160,60	119,80
Máximo	203,60	180,00
Fligner-Killeen	0.707	
Mann-Whitney Wilcoxon	0.8244	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

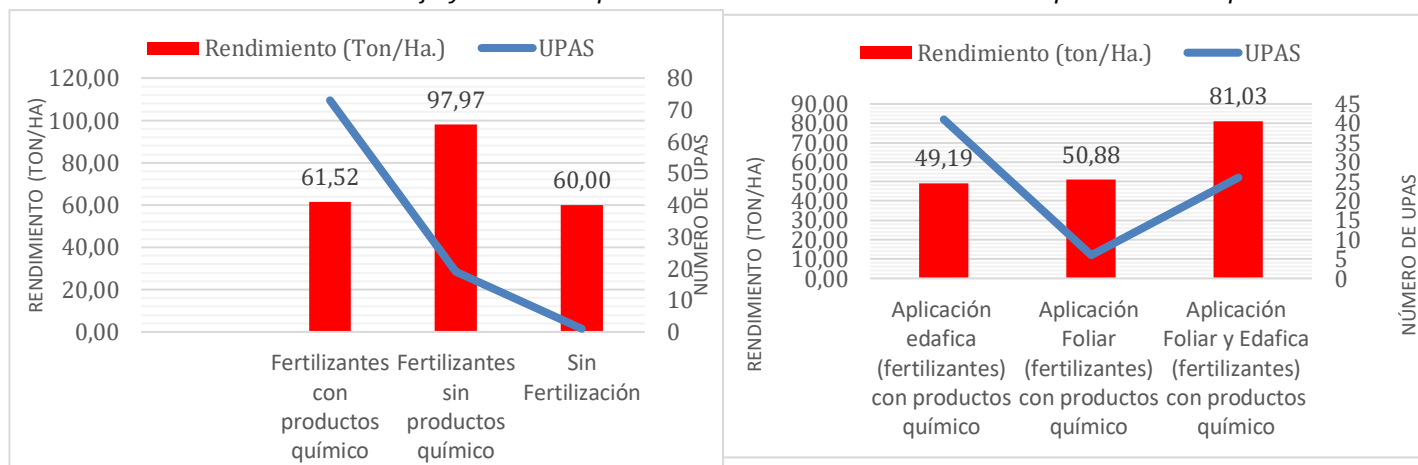
Fuente: Elaboración propia

No hay diferencias significativas entre los rendimientos de los cultivos de tomate a los que se le aplicó control fitosanitario con insumos químicos versus control fitosanitario sin insumos químicos. El rendimiento del tomate es semejante con uso de control fitosanitario tanto con insumos químicos como con insumos no químicos, lo que quiere decir que se acepta la hipótesis nula, considerando que las medianas de los grupos son iguales 79 y 78 toneladas por hectárea respectivamente. Es necesario realizar un control fitosanitario al cultivo para prevenir enfermedades producidas por plagas que comprometan la productividad y calidad del tomate, no

obstante, como resultado de esta prueba se puede inferir que realizar un control fitosanitario sin agentes químicos puede garantizar un buen rendimiento del cultivo y al mismo tiempo ser un método efectivo que no sea contaminante con el medio ambiente.

5.4.2.4. Rendimiento del tomate con el manejo y forma de aplicación de fertilizantes con insumos químicos o no químicos

Ilustración 29.- Manejo y forma de aplicación de fertilizantes con insumos químicos o no químicos.



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Alrededor de 19 UPAS entrevistadas informaron que fertilizan sus cultivos de tomate sin la aplicación de productos químicos obteniendo un rendimiento de 98 toneladas por hectáreas, ahora el rendimiento en 73 UPAS fertilizando el cultivo con productos químicos fue de 61,52 toneladas por hectáreas, esto en conjunto con la fertilización tanto foliar y edáfica pareciera que favoreciera el desarrollo y resultado del cultivo con un rendimiento mayor a 81 toneladas por hectáreas.

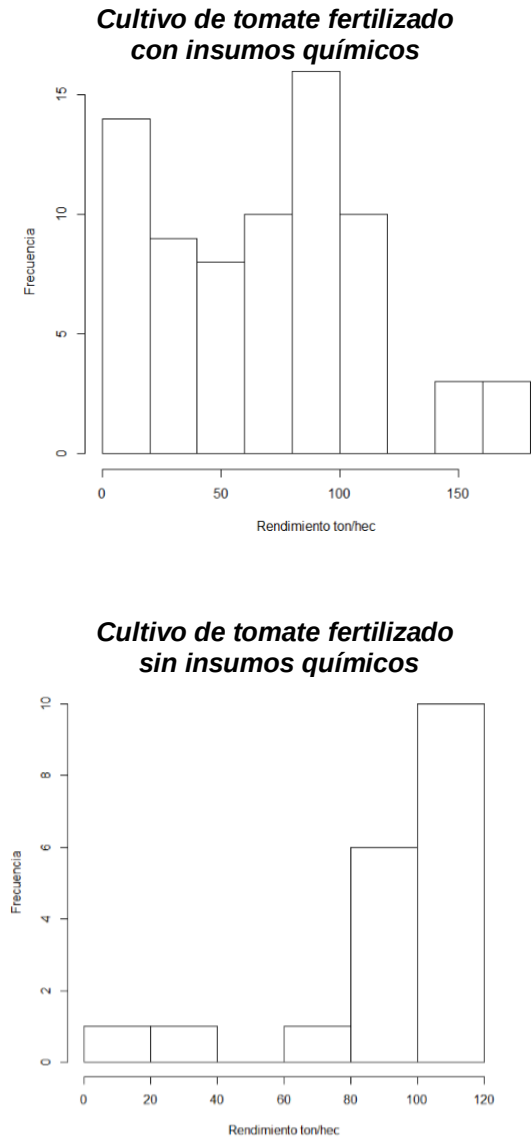
5.4.2.4.1. Rendimiento del tomate según el uso de fertilizantes con insumos químicos o no químicos

Se presentan las hipótesis planteadas para la siguiente prueba:

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate fertilizado con producto químico es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate fertilizado sin producto químico.

$H_A: \mu_A < \mu_B$. La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate fertilizado con producto químico es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate fertilizado sin producto químico.

Ilustración 30.- Histogramas y resultados del cultivo de tomate con el uso de fertilizantes con insumos químicos o no químicos



DATOS	Fertilizado con químico	Fertilizado sin químico
Mínimo	3,13	9,00
1st Cuartil	31,25	91,82
Mediana	64,44	111,10
Media	70,52	95,88
3er cuartil	100,00	113,20
Máximo	166,70	119,00
Fligner-Killeen	0.01254	
Mann-Whitney Wilcoxon	0. 002246	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

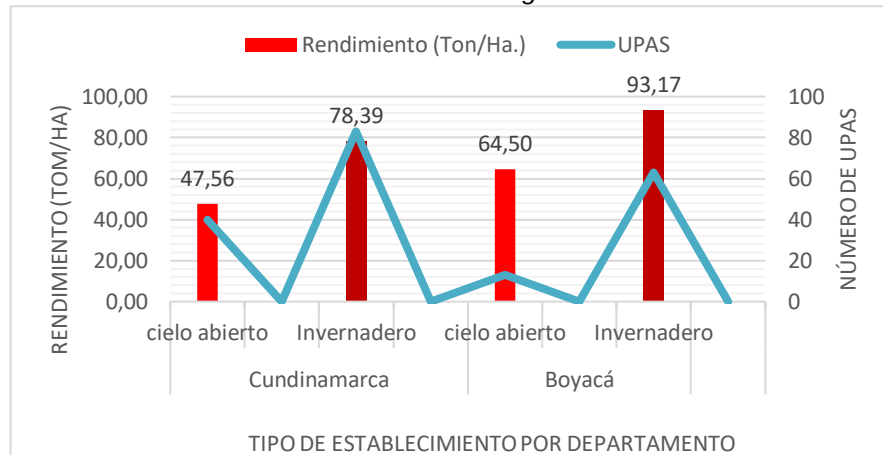
Fuente: Elaboración propia

La mediana del cultivo de tomate al cual aplicaron fertilizante no químico es mayor, lo cual indica que hay diferencias significativas en los rendimientos de los cultivos de tomate con aplicación de fertilizantes no químico, siendo mayores que los cultivos de tomate a los que se les aplicó fertilizante químico. El rendimiento del tomate es mayor con uso de fertilizantes sin insumos químicos, razón por la cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Como resultado de esta prueba se deduce que el rendimiento con fuentes de nutrientes orgánicos, puede

ser considerado como un fertilizante alternativo para la producción orgánica de tomate en condiciones de invernadero.

5.4.2.5. Rendimiento del tomate según establecimiento del cultivo

Ilustración 31.- Rendimiento del tomate según establecimiento del cultivo



Fuente: Elaboración propia con base en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)

Aquí se puede anotar, como un hecho anticipado, que hay un mayor rendimiento en los cultivos de tomate bajo invernadero, con aproximadamente 93 toneladas por hectárea (93,17 t/ha) representando un 60% de la totalidad del rendimiento para Boyacá, que los producidos en los cultivos de tomate a cielo abierto con un 40% aproximadamente.

5.4.2.5.1. Rendimiento del tomate según cultivo en Invernadero o Cielo Abierto

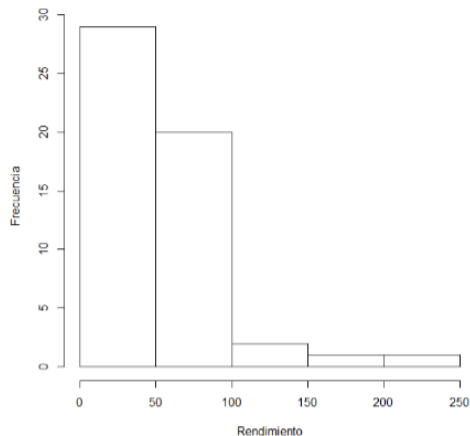
Se presentan las hipótesis planteadas para la siguiente prueba:

$H_0: \mu_A \geq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate a cielo abierto es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate en invernadero.

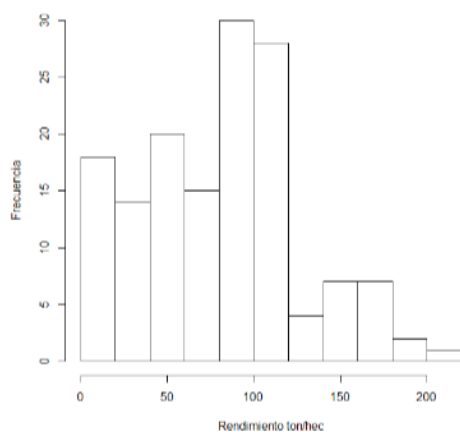
$H_A: \mu_A < \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate a cielo abierto es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate en invernadero.

Ilustración 32.- Histogramas y resultados del cultivo de tomate según establecimiento

Cultivo de tomate en cielo abierto



Cultivo de tomate en invernadero



DATOS	Cielo abierto	Invernadero
Mínimo	0,02	8,00
1st Cuartil	15,00	47,16
Mediana	40,00	86,15
Media	51,63	82,20
3er cuartil	75,00	111,10
Máximo	208,00	203,70
Fligner-Killeen	0.2952	
Mann-Whitney Wilcoxon	6.389e-06	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia

La mediana del grupo de tomate sembrado en invernadero es mayor, lo cual indica que hay diferencias significativas en los rendimientos de los cultivos de tomate en espacios controlados, siendo estos mayores a los cultivos de tomate sembrados a cielo abierto. El rendimiento del tomate es mayor en cultivos de invernadero. Rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna.

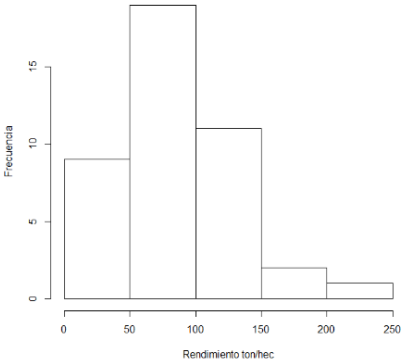
5.4.2.6. Rendimiento del tomate con o sin realización de asistencia técnica.

. $H_0: \mu_A \geq \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate sin asistencia técnica es mayor o igual que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate con asistencia técnica.

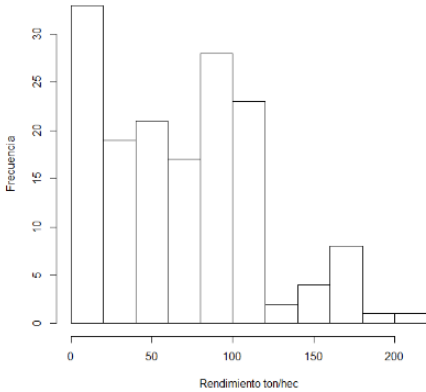
. $H_A: \mu_A < \mu_B$ La mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate sin asistencia técnica es menor que la mediana de los rendimientos del grupo con cultivo de tomate con asistencia técnica.

Ilustración 33.- Histograma y resultados del cultivo de tomate según si realizo o no asistencia técnica

Cultivo de tomate con asistencia técnica



Cultivo de tomate sin asistencia técnica



DATOS	Cielo abierto	Invernadero
Mínimo	0,02	8,93
1st Cuartil	28,57	59,13
Mediana	66,67	86,97
Media	70,39	87,77
3er cuartil	100,00	111,00
Máximo	203,70	208,00
Fligner-Killeen	0.2446	
Mann-Whitney Wilcoxon	0. 01821	
Significancia	0,05 (nivel de confianza 95%)	

Fuente: Elaboración propia

La mediana del grupo de tomate donde se realizó asistencia técnica es mayor, lo cual indica que hay diferencias significativas en los rendimientos de los cultivos de tomate, siendo mejores aquellos que tuvieron asistencia técnica respecto a los cultivos de tomate sin asistencia técnica. El rendimiento del tomate es mayor con la implementación de asistencia técnica. Como resultado se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones Generales

- De acuerdo a la definición de la estructura y contenidos de la Encuesta Nacional Agropecuaria, se seleccionaron las variables primordiales con el fin de ser analizadas y procesadas, en donde se demostraron que, en varios grupos de estudio, tanto para el cultivo de papa como para el cultivo de tomate, los valores arrojados rechazaron la hipótesis nula y aceptaron la hipótesis alterna, comprobando los planteamientos generales de esta investigación.
- Se evidencia, según los resultados de la primera prueba, que los rendimientos de los cultivos de papa y tomate sí mejoran en presencia de uso de maquinaria en alguna etapa del cultivo para realizar labores de elección y preparación del suelo, adicional en labores de siembra, aporca, aplicación de agroquímicos, cosecha y pos-cosecha. Sin embargo, el manejo de los cultivos debe ir de la mano con el desarrollo sostenible haciendo un uso eficiente de la maquinaria agrícola, de manera que se disminuya el impacto por la utilización de la mecanización en el ambiente, suelo, agua.
- Se encuentra, según los resultados de las pruebas, que realizar un control fitosanitario y aplicar fertilizantes son practicas indispensables para prevenir enfermedades en los cultivos por plagas e insectos, con el fin de garantizar la producción y rendimiento de estos mismos. No obstante realizar estas prácticas en los cultivos con insumos químicos o no químicos, no interfiere en el rendimiento final de los cultivos de papa y tomate en Cundinamarca y Boyacá, lo cual confirma que dichos resultados, los cultivos pueden ser manejados sin presencia de químicos y, de igual manera, presentar buenos resultados para alcanzar alimentos saludables, sin que ello afecte los recursos naturales, la fertilidad de la tierra y la sostenibilidad del sector.
- Finalmente, los resultados de las pruebas que corresponde a realizar o no asistencia técnica confirman que los rendimientos de los cultivos de papa y tomate en Cundinamarca y Boyacá son más altos a que cuando no se realiza asistencia técnica, debido que es un componente fundamental para el desarrollo sostenible de las actividades agrícolas, porque permiten un acompañamiento integral a los productores, facilitando el incremento de su productividad en sus cultivos , adicional implementar buenas prácticas agropecuarias.

Recomendaciones

- Se recomienda que al momento de realizar actualizaciones de la Encuesta Nacional agropecuaria (ENA) por parte del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se reestructuren y amplíen las preguntas para que sean enfocadas en estudios y análisis medio ambientales en relación con el control fitosanitario, fertilización y uso del suelo, entre otras, ya que los datos obtenidos no permite generar un estudio a fondo sobre el estado en el que son aplicadas las prácticas agrícolas en relación de estos temas, ya que al ampliar esta información permite contemplar estudios y ejecutar planes de mejoramiento frente a las posibles problemáticas en el sector agrícola.
- Se sugiere que, las empresas encargadas en la fabricación, distribución de productos para el control fitosanitario y de fertilización se responsabilicen en capacitar a los agricultores sobre el buen manejo de estas sustancias para el desarrollo del cultivo, con el fin de minimizar la aplicación empírica de estas sustancias y ampliar el conocimiento sobre los efectos nocivos que presentan estas sustancias.
- Buscar que, por medio de entidades gubernamentales, federaciones y entidades interesadas, generen incentivos económicos y de reconocimiento a los productores agrícolas con el fin de que se apliquen buenas prácticas agrícolas en el manejo de sus cultivos.
- Realizar Capacitaciones en buenas prácticas agrícolas con el fin de integrar a pequeños productores (as) y trabajadores (as) rurales, teniendo como objetivo presentar una calidad óptima y valor agregado de los productos y procesos. En este sentido en las comunidades locales rurales, se deberían realizar dichas capacitaciones de forma gratuita y asequible para que la totalidad de la población pueda obtener la información adecuada sobre el manejo de sus cultivos, en este caso para el buen uso de fertilizantes y de sustancias para el control de enfermedades, malezas, plagas, entre otras. Estas actividades pueden ser generadas utilizando a miembros de las propias comunidades como capacitadores.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Comercializadora Hydro Environment S.A., ¿Qué es un Invernadero? [En línea]. Recuperado de: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=44
- [2] S. Pita Fernández y S. Pértega Díaz, Significancia estadística y relevancia clínica [En línea]. Cad. Atención Primaria, Vol. 8. 2001. Pp. 191-195. Recuperado de: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/signi_estadi/signi_estadisti2.pdf
- [3] A. M. del Puerto Rodríguez, Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud, Scielo, Vol. 52, No. 3. 2014
- [4] E. A. Patiño, Los rendimientos y la productividad en la agricultura [En línea]. Recuperado de: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rga-1769.pdf>
- [5] Trichodex (24 mayo 2016), Métodos y técnicas de control fitosanitario para los cultivos [En línea]. Recuperado de: <https://www.trichodex.com/metodos-y-tecnicas-de-control-fitosanitario-para-los-cultivos/>
- [6] J. L. Sanabria Salazar, (05 noviembre 2019). Departamento Administrativo Nacional de Estadística [En línea]. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena>
- [7] DANE, DANE 61 Años [En línea], Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/noticias/Int_Web_61_anos_DANE.jpg?phpMyAdmin=a9ticq8rv198vhk5e8cck52r11
- [8] DANE, Direccion General [En línea], Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/organigrama/direccion-general>
- [9] DANE, Organigrama del DANE [En línea]. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/organigrama>
- [10] F. Lequiller y D. Blades, *Comprendiendo las cuentas nacionales*, 2 Ed., 2018, p. 542.
- [11] DANE, Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE) [En línea], Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/organigrama/direccion-de-metodologia-y-produccion-estadistica-dimpe>

[12] DANE, Encuesta nacional agropecuaria (ENA) – Históricos [En línea], Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena/encuesta-nacional-agropecuaria-por-departamentos>.

[13] FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [En línea], Recuperado de: <http://www.fao.org/sustainability/background/es/>

[14] FAO, Perspectivas para el medio ambiente, Agricultura y medio ambiente [En línea], Recuperado de: <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>

[15] CONPES (10 Julio 2018), Consejo Nacional de Política Económica y Social 3934 [En línea], Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3934.pdf>

[16] J. P. Pineda Azuero (14 abril 2016), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [En línea], Recuperado de: https://www.minagricultura.gov.co/Documents/Estrategia_Colombia_Siembra.pdf

[17] Agronet, Agronet [En línea], Recuperado de: https://www.agronet.gov.co/Documents/5-PAPA_2017_2017.pdf. [Último acceso: 2019].

[18] DANE, Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) [En línea], Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_sep_2013.pdf

[19] J. Noreña Jaramillo, V. P. Rodriguez, M. Guzman y M. Zapata, *El cultivo de tomate bajo invernadero* [En línea], 2006, Recuperado de: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3824/1/022.pdf>

[20] H. Escobar y R. Lee, Manual de producción de tomate bajo invernadero [En línea], 2009, Recuperado de: https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/node/publication/field_attached_file/pdf-manual_produccion_de_tomate_-_pag.-_web-11-15.pdf

[21] A. Perilla, L. F. Rodríguez y L. T. Bermúdez (21 noviembre 2011), Estudio técnico-económico del sistema de producción de tomate bajo invernadero en Guateque, Sutatenza y Tenza (Boyacá) [En línea], Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732011000200006.

[22] DANE (Diciembre 2014), Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA) [En línea], Recuperado de:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/insumos_factores_de_produccion_dic_2014.pdf

[23] Wikiversity (21 noviembre 2019), Prueba de hipótesis (estadística) [En línea], Recuperado de: [https://es.wikiversity.org/wiki/Prueba_de_hip%C3%B3tesis_\(estad%C3%ADstica\)](https://es.wikiversity.org/wiki/Prueba_de_hip%C3%B3tesis_(estad%C3%ADstica))

[24] M. F. García Calvo (Enero 2017), Una nueva prueba para el problema de igualdad de varianzas [En línea], Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3837/Garciamario2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[25] Itchiuhua, Uso de valores P para la toma de decisiones [En línea], Recuperado de: <http://www.itchiuhua.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap02c.html>

[26] J. A. Rodrigo (Julio 2017), Test de Wilcoxon-Mann-Whitney como alternativa al t-test [En línea], Recuperado de: https://rpubs.com/Joaquin_AR/218456

[27] Fertilizer (2017) Factors that influence crop yield [En línea], Recuperado de: <http://www.fertilizer.co.za/public-relations/news/2017/259-factors-that-influence-crop-yield2>

[28] Sendema Editorial, Métodos de control fitosanitario [En línea], Recuperado de: <http://www.sendemaeditorial.com/entomologia-control-biologico/pdf/fitosanitario.pdf>

[29] FAO, Manejo fitosanitario [En línea], Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a1359s/a1359s04.pdf>

[30] Manejo de productos fitosanitarios [En línea], Recuperado de: http://www.agenda21jaen.com/export/sites/default/galerias/galeriaDescargas/agenda21/Aplicaciones/olivarsostenible/CUADERNILLO_FITOSANITARIOS_Rr.pdf

[31] ICA (26 junio 2002), Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola, RESOLUCION 630 [En línea], Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/manual-tecnico.aspx>

[32] A. M. del Puerto Rodríguez, S. Suárez Tamayo y D. E. Palacio Estrada, Effects of pesticides on health and the environment [En línea], 2014, Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010

[33] Tipos de fertilizante y su aplicación [En línea], Recuperado de: https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=250

[34] Y. M. Calderón Clemente, Desarrollo a nivel de laboratorio de un fertilizante soluble de aplicación foliar con NPK 40-220-40 g/L y micronutrientes quelatados, Perú, 2005

[35] Wikipedia (19 octubre 2019), Riego [En línea], Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Riego>

[36] A. L. Cárdenas (Marzo 2005), Lineamientos de política sobre uso y manejo mesurado de plaguicidas con énfasis en el sector agropecuario y forestal del departamento de Antioquia [En línea], Recuperado de: http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/politica_plaguicidas.pdf

[37] ICA, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) [En línea], Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-nacionales>

[38] Fedepapa (Mayo 2017), Boletín Mensual Regional Boyacá [En línea], Recuperado de: <https://fedepapa.com/Boletines/REGIONALES/BOLETIN%20REGIONAL%20BOYACA%20No.%202.pdf>

[39] Fedepapa (Abril 2017), Boletín Mensual Regional Cundinamarca [En línea], Recuperado de: <https://fedepapa.com/Boletines/REGIONALES/BOLET%20C3%8DN%20REGIONAL%20CUNDINAMARCA%20001.pdf>

[40] CCA, Medidas de tendencia central II [En línea], Recuperado de: http://www.cca.org.mx/cca/cursos/estadistica/html/m10/comoparacion_medidas.htm

[41] DANE, Generalidades del DANE [En línea], Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/generalidades>

[42] DANE, Despacho de la Subdirección [En línea], Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/organigrama/despacho-de-la-subdireccion>

[43] J. Velasco Zúñiga, Producción y selección de líneas de tomate chonto (*solanum lycopersicum* mill) con crecimiento determinado [En línea], 2017, Recuperado de: http://bdigital.unal.edu.co/56918/1/2017-Jennifer_Velasco_Z%C3%BA%C3%B1iga.pdf

[44] Frutas Eloy [En línea], Recuperado de: <http://www.frutaseloy.com/es-ES/producto/productos-frescos/hortalizas/tomate-raff-56.html>

[45] D. Marín (Enero 2002), Rendimiento y producción agrícola vegetal: un análisis del entorno mundial (1997-1999) y de Venezuela (1988-2001) [En línea], Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28124337_Rendimiento_y_produccion_agricola_vegetal_un_analisis_del_entorno_mundial_1997-1999_y_de_Venezuela_1988-2001

[46] G. J. Hallman (10 Marzo 2012), Generic phytosanitary irradiation treatments [En línea], Recuperado de: <https://www.sciencedirect-com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/science/article/pii/S0969806X12001429>

Anexo 1. Formulario Encuesta Nacional Agropecuaria ENA – Año 2017

[illegible]

Observaciones

Observaciones:

Verifique CAPACIDADES DE LECTURA en la pág. 3

9

Observaciones:

CAPÍTULO V. ACTIVIDAD PECUARIA (continuación)				Hoja _____ de _____	
OTRAS ESPECIES PECUARIAS EN LA UPA (seleccionar el día de la actividad)					
INVENTARIO AVICOLA (solo se diligencia si en la pregunta 90 la especie de respuesta fue 1, Aves)					
AVES DE TRASPASO					
106. El día de hoy existen aves de:		Traspaso ☐ Continúa ☐	Cerril ☐ Pasa a 120 ☐		
		108. ¿Cuántos gansos?		Cantidades	
		109. ¿Cuántos patos?			
		110. ¿Cuántos codornices?			
107. El día de hoy, ¿grutas de las siguientes especies avícolas existen en la UPA?		111. ¿Cuántos pavos, pascos o lindos?			
		112. ¿Cuántos gallinos?			
		113. ¿Cuántos pollos?			
		114. ¿Cuántos gallinas?			
Producción de huevos de gallinas de traspaso					
115. ¿Las gallinas de traspaso existentes el día de hoy producen huevos la semana anterior a la actividad?				Sí ☐ Continúa ☐	
				No ☐ Pasa a 120 ☐	
116. ¿Cuántos gallinas de traspaso producen huevos la semana anterior a la actividad?					
117. ¿Cuántos huevos se recogieron la semana anterior a la actividad?				Total	
118. ¿Cuántos huevos para autoconsumo?				Cantidad de huevos	
119. ¿Cuántos huevos para venta?				Cantidad de huevos	
119.1. ¿Cuál fue el precio promedio por unidad (huevo), que le pagaron la semana anterior a la actividad?				\$	
AVES DE CORRAL					
120. ¿Cuántos pollos de segunda hoy en la UPA, el día de hoy?					
121. ¿Cuántos gallinas de postura hoy en la UPA, el día de hoy?					
Observaciones					

11

CAPÍTULO V. ACTIVIDAD PECUARIA (continuación)							Hoja _____ de _____	
Vacunación de aves de traspaso								
122. ¿Durante el presente año ha vacunado las aves de traspaso?							Sí ☐ No ☐	
OTRAS ESPECIES PECUARIAS (solo se diligencia si en la pregunta 90 la especie de respuesta fue 1, Otra especie pecuaria)								
123. ¿Cuál de las otras especies pecuarias, existe en la UPA el día de hoy?								
		124. Total	125. Machos	126. Hembras	127. Machos reproductores	128. Hembras preñadas		
Especies								
Muler								
Arenal								
Cajón								
Cuchido								
Cerdos de traspaso								
Zorro								
Caballeros								
Bulón								
Ovino								
Caprina								
Nota: Si selecciona la opción 9, Caballeros debe responder las preguntas de la 129 a la 131.10								
Observaciones								

12

Anexo 2. Resultados ENA 2017 cultivo de papa

Encuesta Nacional Agropecuaria ENA

Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo papa total, según región y departamento
Información correspondiente a 32 departamentos

2017

Código	Región	Área sembrada						Área cosechada						Producción						Rendimiento					
		Semestre I Hectáreas	Cue	Semestre II Hectáreas	Cue	Total Hectáreas	Cue	Semestre I Hectáreas	Cue	Semestre II Hectáreas	Cue	Total Hectáreas	Cue	Semestre I Toneladas	Cue	Semestre II Toneladas	Cue	Total Toneladas	Cue	Semestre I t/ha	Cue	Semestre II t/ha	Cue	Total t/ha	Cue
Departamento		60.269	7,2	81.744	9,6	142.033	7,3	95.664	11,8	67.235	7,6	102.079	8,1	2.126.292	16,8	1.580.272	8,8	3.706.593	10,8	22,2	6,8	23,5	3,1	22,8	4,1
Total Región Andina		41.197	60.114	101.311	69.377	183.375	18,3	1.495	26,6	2.182	20,7	3.677	17,7	17.286	32,2	32.861	19,6	50.147	17,4	11,6	18,5	15,1	7,1	13,6	8,7
5	Antioquia	1.763	20,9	1.611	20,6	3.375	18,3	1.495	26,6	2.182	20,7	3.677	17,7	17.286	32,2	32.861	19,6	50.147	17,4	11,6	18,5	15,1	7,1	13,6	8,7
15	Bolívar	18.356	10,8	19.967	13,0	38.323	10,0	23.258	15,4	20.523	10,4	43.781	11,0	511.759	15,2	475.791	10,6	987.551	11,1	22,0	2,0	23,2	3,3	22,6	2,0
17	Caldas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	Cundinamarca	19.205	11,0	31.868	16,8	51.073	11,1	41.728	24,8	34.051	14,7	65.779	17,1	1.013.275	31,8	668.540	17,0	1.681.815	21,9	24,3	12,7	27,8	5,0	25,6	7,6
41	Huila	-	-	-	-	-	-	7	72,4	-	-	7	72,4	127	89,5	-	127	89,5	18,2	34,7	-	-	18,2	34,7	-
54	Norte de Santander	761	52,4	3.839	64,8	4.600	54,4	1.783	43,0	1.117	50,0	2.900	39,3	30.588	55,4	25.689	62,4	56.277	46,6	17,2	15,9	23,0	16,1	19,4	11,1
63	Quindío	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	Risaralda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	Santander	796	41,9	2.488	45,8	3.224	40,9	573	45,8	1.860	46,4	1.633	38,4	16.537	67,8	22.002	47,8	38.519	42,2	28,8	29,7	20,8	7,1	23,6	16,5
73	Tolima	376	99,6	341	96,5	716	55,8	334	81,3	477	68,2	811	55,2	4.799	68,9	10.946	68,2	15.645	53,5	14,4	14,2	22,7	7,1	19,3	14,5
Total Región Caribe		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Atlántico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	Archipiélago de San Andrés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Cesar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	Córdoba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	La Guajira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	Magdalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	Sucre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Región Pacífica		18.072	21.597	40.670	26.337	66.607	37,9	23.010	43,0	1.875	40,3	4.085	34,9	59.464	61,3	36.612	54,0	96.076	46,4	21,2	26,6	13,5	16,1	20,5	16,7
19	Cauca	1.488	47,0	1.486	36,0	2.975	41,9	2.970	72,0	1.875	40,3	4.085	34,9	59.464	61,3	36.612	54,0	96.076	46,4	21,2	26,6	13,5	16,1	20,5	16,7
27	Chocó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	Nariño	17.553	15,9	20.088	21,4	37.641	16,6	23.094	9,9	15.900	17,2	39.405	10,3	470.063	11,6	307.583	17,6	777.646	11,4	20,0	3,2	19,3	4,4	19,7	2,8
76	Valle del Cauca	31	23	55	22	78	25	47	22	23	22	46	22	141	22	297	297	438	43	6,3	12,9	-	-	9,6	-
Total Orinoquía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81	Arauca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	Casanare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	Meta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
99	Vichada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Amazonia		-	32	-	6	32	32	149	6	155	6	155	149	2.272	15	50	2.322	8	15	8	-	-	-	-	15
91	Amapá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Copacabana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84	Guaviare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	Guaviare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	Putumayo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97	Vaupés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Fuente: DANE - ENA 2016

Nota: Los datos corresponden a la suma de papa negra y papa blanca.

(-) No existe dato

Actualizado el 17 de mayo de 2019

Anexo 3. Resultados ENA 2017 cultivo de tomate

Encuesta Nacional Agropecuaria ENA

Área sembrada, cosechada, producción y rendimiento del cultivo de tomate, según región y departamento

Información correspondiente a 12 departamentos

2017

Código	Región	Área sembrada			Área cosechada			Producción						Rendimiento												
		Sembrada I	Sembrada II	Total	Sembrada I	Sembrada II	Total	Sembrada I	Sembrada II	Sembrada I	Sembrada II	Sembrada I	Sembrada II	Sembrada I	Sembrada II	Sembrada I	Sembrada II									
Departamento		Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	Hectáreas	Cv	Total	
Total Nacional		4.307	13,6	6.180	119	10.468	12,8	8.074	4.387	15,0	5.352	15,0	9.939	12,8	218.483	19,5	255.289	17,6	473.772	15,5	47,6	9,9	47,7	8,8	47,7	7,6
Total Región Andina		3.393	4,71	8.074			8.074	3,78		4,29			8.047		197.536		226.628		427.164							
05	Arauca	806	28,4	826	33,4	1.632	26,7	713	26,2	821	32,7	1.534	27,2	31.721	30,6	42.136	36,5	74.338	32,3	44,5	19,7	51,9	24,4	48,5	18,8	
15	Bogotá	549	35,5	611	30,1	1.160	31,0	477	33,3	684	38,0	1.161	33,5	41.669	34,2	59.074	37,4	101.543	33,3	87,3	5,7	87,6	5,9	87,5	4,3	
17	Caldas	25	97,8	65	52,1	90	59,7	439	90,8	64	68,7	522	85,8	35.891	91,8	4.593	71,6	40.394	88,6	78,3	1,0	70,5	20,2	77,3	3,6	
25	Cundinamarca	828	37,9	1.276	47,2	2.104	39,2	968	31,9	895	44,4	1.864	34,4	48.541	33,8	51.195	46,5	97.736	38,0	48,1	21,0	57,2	10,0	52,4	13,4	
41	Huila	113	65,3	180	46,2	292	38,5	141	76,9	44	45,0	185	60,2	1.659	62,5	1.584	62,7	3.643	55,9	11,8	42,8	44,7	37,2	19,7	52,8	
54	Norte de Santander	122	47,0	364	39,7	486	34,7	270	54,2	266	61,7	476	43,0	5.895	61,1	7.034	85,6	13.669	55,7	27,8	20,8	29,5	31,0	28,7	20,7	
63	Quindío	94	45,1	335	73,0	430	58,6	119	47,7	245	66,3	364	48,0	6.549	51,5	7.518	73,3	14.167	48,2	55,2	17,9	51,1	15,1	38,9	14,8	
66	Risaralda	456	45,1	385	51,0	841	47,4	439	40,2	481	49,8	940	37,6	23.976	40,9	20.145	60,0	43.721	40,4	51,4	8,2	41,9	37,9	46,5	20,2	
68	Santander	171	42,1	642	39,4	813	34,0	122	53,4	658	46,4	780	40,0	1.136	55,9	27.089	64,5	29.075	62,0	9,7	11,6	42,4	29,8	37,3	31,8	
73	Tolima	140	45,1	86	46,4	227	39,1	122	54,9	100	61,5	223	48,3	2.989	50,1	5.560	84,5	8.859	59,9	23,8	40,6	59,5	41,6	39,8	43,8	
Total Región Caribe		269		449		719		152		244		397		1.792		3.056		4.848								
08	Atlántico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13	Bolívar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	Cesar	269	44,9	264	44,4	533	39,9	152	51,6	244	50,8	397	40,8	1.792	52,3	3.056	50,7	4.848	42,2	11,8	17,5	12,5	5,8	12,2	9,0	
23	Córdoba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
44	La Guajira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
47	Magdalena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
70	Sucre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total Región Pacífica		615		789		1.118		528		688		1.227		16.401		19.109		35.510								
19	Cauca	83	55,1	272	67,5	355	53,8	45	51,5	126	54,1	171	47,5	1.131	57,4	2.801	43,0	4.132	43,8	29,5	30,1	22,2	37,1	24,1	33,5	
27	Chocó	204	99,9	204	99,9	408	99,9	204	99,9	205	99,9	470	99,9	5.245	99,9	4.870	99,9	10.115	99,9	25,7	-	18,4	-	21,5	-	
52	Nariño	77	64,8	58	45,6	135	41,8	96	56,5	45	64,5	141	46,6	7.890	93,7	2.966	89,0	10.756	96,5	81,9	20,6	61,9	61,1	76,2	24,8	
76	Valle del Cauca	251	56,2	169	32,1	420	36,9	189	63,7	292	61,4	445	45,1	1.935	59,5	8.971	79,4	18.597	93,5	18,6	60,6	32,8	56,8	23,6	33,8	
Total Orinoquía		113		233		346		115		146		261		2.754		3.495		6.249								
81	Arauca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
85	Casare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	Meta	112	99,2	233	95,3	345	96,5	115	96,7	146	99,2	261	98,1	2.754	96,9	3.495	99,2	6.249	98,2	24,0	0,3	24,0	-	24,0	0,1	
99	Vichada	0	65,5	-	-	-	-	0	65,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total Amazonas		7		3		10		3		4		8		0		0		0								
91	Amazona	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	Caparró	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
84	Guarín	7	95,9	3	95,9	10	95,9	3	95,9	4	95,9	8	95,9	0,03	95,9	0,04	95,9	0,08	95,9	0,01	-	0,01	-	0,01	-	
95	Guaviare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
86	Panamá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
97	Vaupés	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: DANE - ENA 2017

Nota: Producción y rendimiento en peso seco

Nota: (-) No se cultiva

Actualizado el 17 de mayo de 2018

Anexo 4. Capítulos seleccionados de la ENA

CAPITULO II. IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	
15.1	¿Cuál es la condición jurídica del productor?
15.1.7	¿Cuántos hombres?
15.1.8	¿Cuántas mujeres?
15.2	¿Cuál es el sexo del productor?
15.3	¿Cuál es el último grado o nivel educativo alcanzado por el productor?
15.4	¿Cuál es la edad cumplida del productor?
20.2	¿Cuál es el área de la UPA o de las UPAS que conforman la EA en el departamento en que se realiza esta encuesta?

CAPITULO IV. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	
31.	¿El cultivo se sembró?
32.	¿El tipo de establecimiento es o será?
32.1	¿Aplicara riego en el lote?
33- 34	Nombre y variedad del cultivo
	Variedad solo para los cultivos de la canasta
37.4	¿Cuál fue la principal razón por la que se perdió la cosecha?
39.	¿ Área sembrada o a sembrar/plantada

PRÁCTICAS DE CULTIVO	
Control fitosanitario	
42.	¿Cuál fue el tipo de control utilizado para el manejo de plagas, malezas o enfermedades, en el cultivo durante el ciclo de cultivo?
42.1	¿Con que frecuencia realizo la aplicación de productos químicos?
42.2	¿Con que frecuencia realizo la aplicación del control sin productos químicos?
Fertilizante	
42.3	¿Qué tipo de fertilizante aplico al cultivo?
42.4	¿Cuál es la forma de aplicar los fertilizantes químicos?
42.5	¿Cuántas fertilizaciones con productos químicos realizo durante el ciclo del cultivo?
42.6	¿Cuántas fertilizaciones sin productos químicos realizo durante el ciclo del cultivo?
42.7	¿Utilizo o utilizara maquinaria agrícola en alguna etapa del cultivo?
43.	¿La semilla o plántulas utilizadas para establecer este, provienen de?
50.	¿Cuál es al área cosechada o a cosechar?
57.	Rendimiento
57.1	¿Cuál es la principal razón por la que espera obtener este rendimiento?
70.1	El rendimiento del cultivo en el año 2017 con respecto al año 2016 (aumento, disminuyó, no cultivo en 2016)

CAPITULO VI. USO ACTUAL DEL SUELO Y APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA	
153.	Área total uso del suelo de la UPA o EA
156.	¿Cuál es el tipo de asistencia técnica utilizada durante el año 2017 en la UPA o EA?
157.	¿Usted siguió las recomendaciones recibidas por la asistencia técnica?
158.	¿Cuál fue el último año en que realizo análisis de suelo en la UPA?

Anexo 5. Conteo de las variables de cosecha del cultivo de papa

AREA COSECHADA	productores (upa)	area cosechada (ha)	rendimiento	produccion(ton)
	2878	4887,05	25,18	123037,39
Cielo Abierto	2874	4885,93	25,18	123032,62
Cielo Abierto				
CONTROL FITOSANITARIO				
Con Químico (32; 42)	2073	3521,6	24,9	87843,6
Sin Químico (32; 42)	109	108,6	24,2	2632,6
No Sabe No Responde Insumos (32;42)	416	535,4	25,9	13849,3
Con y Sin Químico (32; 42 (AB))	252	712,97	26,02	18552,71
Aplicación CON riego (32;32,1)	884	1259	25,33	31897,73
Riego CON Químico (32; 32,1; 42)	586	954,7	25,29	24145,9
Riego SIN Químico (32; 32,1; 42)	35	47,7	25,54	1217,9
Aplicación SIN riego (32;32,1)	1989	3626	25,13	91116,9
SIN Riego CON Químico (32; 32,1; 42)	1486	2565,9	24,8	63679,8
SIN Riego SIN Químico (32; 32,1; 42)	74	60,9	23,2	1414,6
Sistema de riego (ASPERSIÓN) (32;41)	716	1017,52	25,20	25644,2
Sistema de riego (GRAVEDAD) (32;41)	74,0	100,6	26,3	2647,5
Sistema de riego (ARTESANAL) (32;41)	85	117,08	27,60	3231,14
Riego No Maquina (32,1 ; 42,7)	131	100,73	18,19	1832,07
Riego Con Maquina (32,1 ; 42,7)	339	684,26	25,97	17768,08
FERTILIZANTE				
Sistema de riego (ASPERSIÓN) con la aplicación de QUIMICOS	402,0	695,5	25,3	17569,7
Sistema de riego (ASPERSIÓN) sin la aplicación de QUIMICOS	20,0	37,07	29,33	1087,08
Sistema de riego (GRAVEDAD) con la aplicación de QUIMICOS	50,0	71,9	28,6	2056,0
Sistema de riego (ARTESANAL) con la aplicación de QUIMICOS	40,0	71,4	37,2	2656,0
Sistema de riego (ARTESANAL) sin la aplicación de QUIMICOS	14,0	11,7	13,5	158,6
Cantidad de aplicaciones (RIEGO) (32;32,1;42,5)	174,0	214,4	21,7	4654,3
Forma de aplicación (EDAFICO) (32; 32,1; 41; 42,4)	382,0	656,4	26,9	17674,4
Forma de aplicación (FOLIAR) (32; 32,1; 41; 42,4)	40,0	58,3	13,5	788,6
Forma de aplicación (AMBOS) (32; 32,1; 41; 42,4)	79,0	146,90	28,4	4178,59
Fertilizante SIN QUIMICOS (32;42,3)	111,0	145,9	27,7	4036,6
Fertilizante CON químico (32;42,3)	1805,0	3392,0	25,6	86791,7

Anexo 6. Conteo de las variables de cosecha del cultivo de tomate

AREA COSECHADA	productores (upa)	area (ha)	rendimiento (ton/ha)	produccion(ton)
	199	114,0	71,3	8131,9
Cielo Abierto	53	46,3	49,0	2285,6
Invernadero	146	67,7	86,0	5846,3
Cielo Abierto				
RIEGO (32; 32,1)	47	44,0	50,0	2195,0
NO RIEGO (32; 32,1)	6	2,3	40,0	90,6
Con Químico (32; 42)	28	28,0	54,2	1515,2
Sin Químico (32; 42)	4	1,1	63,5	70,3
Con y Sin Químico (32; 42 (AB))	11	3,4	30,8	103,8
No Sabe No Responde Insumos (32;42)	10	13,8	43,1	596,3
Riego No Maquina (32,1 ; 42,7)	33	35,3	51,2	1806,7
Riego Con Maquina (32,1 ; 42,7)	14	8,8	44,2	388,3
Invernadero				
Riego CON maquina (32,1;42,7)	64	35,0	88,1	3085,2
Riego SIN maquina (32,1;42,7)	77	32,1	84,1	2701,9
CONTROL FITOSANITARIO				
Control CON aplicación de productos QUIMICOS (32;42)	107	50,6	86,2	4358,0
Control SIN aplicación de productos QUIMICOS (32;42)	18	7,4	93,2	686,1
No sabe , no responde (32;42)	33	14,4	84,1	1209,0
Aplicación CON riego (32;32,1)	141	67,1	86,0	5787,1
Sistema de riego (GOTEO) con aplicación de QUIMICOS (32;41;42)	72	35,6	86,0	3087,0
Aplicación SIN riego (32;32,1)	5	0,6	102,0	59,2
FERTILIZANTE				
Fertilizante CON QUIMICOS (32;42,3)	48	22,6	79,0	1809,0
Sistema de riego (GOTEO) con aplicación de QUIMICOS (32;32,1; 41;42,3)	41	18,9	86,3	1631,5
Sistema de riego (GOTEO) No sabe, no responde aplicación de QUIMICOS (32;32,1; 41;42,3)	28	17,6	104,0	1841,3
Cantidad de aplicaciones (RIEGO) (32;32,1;42,5)	44	18,79	81,15	1524,71
Forma de aplicación (EDAFICO) (32; 32,1; 41; 42,4)	26	8,8	83,3	735,8
Forma de aplicación (FOLIAR) (32; 32,1; 41; 42,4)	5	1,1	51,8	57,9
Forma de aplicación (AMBOS) (32; 32,1; 41; 42,4)	18	14,6	82,8	1211,8
Fertilizante SIN QUIMICOS (32;42,3)	13	5,6	57,2	319,5
Fertilizante CON y SIN químico (32;42,3)	45	18,7	75,6	1412,2
No sabe , no responde (32;42,3)	35	20,2	98,4	1993,3

