



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA,**  
**PESCA Y VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

Manejo de fertilización edáfica en el cultivo de Aguacate (*Persea americana*), en Ecuador.

**AUTORA:**

Esther Italia Crespo Martínez

**TUTOR:**

Ing. Agr. Juan Ortiz Dicado, M.Sc.

**Babahoyo - Los Ríos – Ecuador**

**2023**

## RESUMEN

El aguacate es un fruto exótico, carnoso, de agradable sabor, que se obtiene del árbol tropical del mismo nombre; en algunas partes de América del Sur se conoce como Palta o Avocado. Es un cultivo muy practicado por agricultores de América y otras latitudes del mundo. En Ecuador, según el INEC, al año 2021 se cultivaban 7195 hectáreas de aguacate, con proyección de llegar a 10000 hectáreas en un futuro inmediato. Las provincias mayormente productoras son: Carchi (36%), Pichincha (31%), Imbabura (18%), Tungurahua (8%) y Santa Elena (7%). Sin embargo, el cultivo se siembra en al menos 18 de las 24 provincias del Ecuador. Las variedades vegetales sembradas son: Hass, Fuerte y Zutano; pero la producción de aguacate ha sido considerada una actividad complementaria a la de otros cultivos más tradicionales. Por estas razones, el propósito de la presente investigación fue estudiar la fertilización edáfica en el cultivo de aguacate, detallar los problemas agronómicos ocasionados por el mal uso de fertilizantes en la producción de este cultivar, y describir los niveles adecuados de fertilización edáfica utilizados para obtener mayor productividad y producción. Los hallazgos encontrados indican que, en nuestro país, específicamente en los valles de la región interandina, los cultivos si aplican programas de fertilización según los ecosistemas; mientras que en la Costa no se reportan estas prácticas agrícolas. Las investigaciones realizadas también demuestran que plantaciones técnicamente fertilizadas pueden aumentar sus rendimientos hasta un 45 y 55%, más aún si se acompaña con la aplicación de riego suplementario. En consideración a la producción, tamaño del fruto, y el análisis económico de esta actividad agrícola en aguacate, es apropiado aplicar: 2,14 kg de nitrógeno, 0,74 kg de fósforo, 2,52 kg de potasio, 810 g de zinc y 94,30 g de boro por árbol/año. Complementariamente se puede agregar una dosis de abono orgánico pudiendo ser estiércol de bovino descompuesto.

**PALABRAS CLAVE:** Aguacate, Variedades, Fertilización edáfica, Agroecosistema.

## SUMMARY

The avocado is an exotic, fleshy fruit with a pleasant flavor, which is obtained from the tropical tree of the same name; In some parts of South America, it is known as Palta or Avocado. It is a crop widely practiced by farmers in America and other latitudes of the world. In Ecuador, according to the INEC, as of 2021, 7,195 hectares of avocado were cultivated, with a projection of reaching 10,000 hectares in the immediate future. The major producing provinces are Carchi (36%), Pichincha (31%), Imbabura (18%), Tungurahua (8%) and Santa Elena (7%). However, the crop is planted in at least 18 of the 24 provinces of Ecuador. The plant varieties planted are Hass, Fuerte and Zutano; but avocado production has been considered a complementary activity to that of other more traditional crops. For these reasons, the purpose of this research was to study edaphic fertilization in avocado cultivation, detail the agronomic problems caused by the misuse of fertilizers in the production of this cultivar, and describe the appropriate levels of edaphic fertilization used to obtain greater productivity and production. The findings indicate that, in our country, specifically in the valleys of the inter-Andean region, crops do apply fertilization programs according to the ecosystems, while on the Coast these agricultural practices are not reported. The research carried out also shows that technically fertilized plantations can increase their yields by up to 45 and 55%, even more so if accompanied by the application of supplementary irrigation. In consideration of the production, fruit size, and economic analysis of this agricultural activity in avocado, it is appropriate to apply: 2.14 kg of nitrogen, 0.74 kg of phosphorus, 2.52 kg of potassium, 810 g of zinc and 94.30 g of boron per tree/year. Additionally, you can add a dose of organic fertilizer, which may be decomposed bovine manure.

**Keywords:** Avocado, varieties, Soil fertilization, Agroecosystems.

# ÍNDICE

## Contenido

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1.    INTRODUCCIÓN .....	1
1.2.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3.    JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4.    OBJETIVOS .....	4
1.4.1.    Objetivo General .....	4
1.4.2.    Objetivos Específicos.....	4
1.5.    TIPO Y LINEAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
Tipo de investigación .....	4
Línea de investigación: UTB .....	4
2.DESARROLLO.....	4
2.1.    MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.1.1    El Cultivo de aguacate.....	5
2.1.2 Fertilización de los cultivos perennes .....	7
2.1.3 Fertilización del aguacate .....	8
2.1.3 Investigaciones en fertilización de aguacate .....	12
2.1.4 Mal uso de fertilizantes en aguacate .....	13
2.2.    MARCO METODOLÓGICO.....	16
2.2.1 MÉTODO.....	16
2.3.    RESULTADOS.....	17
2.4.    DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	19
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
3.1.    CONCLUSIONES .....	20
3.2.    RECOMENDACIONES.....	21
4.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
5.ANEXOS. ....	27
Figura 1. Variedades del Aguacate ( <i>Persea americana</i> ).....	28
Figura 2. Fertilización del árbol de aguacate.....	28

Figura 3. Cultivo comercial de aguacate.....	29
Figura 4. Cuadro de absorción de nutrientes en aguacate “Hass”.....	29

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El aguacate es un fruto exótico carnoso, de agradable sabor, que se obtiene del árbol tropical del mismo nombre. En algunas partes de América del Sur se conoce como Palta o avocado. Es un cultivo muy practicado por agricultores de América y otras latitudes del mundo. Este fruto contiene una importante cantidad de vitaminas y minerales, necesarios para el correcto funcionamiento del organismo humano e inclusive para mejorar la estética personal. Se presume que es originario de México, desde donde se ha distribuido y adaptado a diferentes condiciones ambientales y climáticas (Frutas y hortalizas 2023).

El aguacate ecuatoriano ha alcanzado notoriedad en los mercados internacionales. Al punto que el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos autorizó la importación de aguacate desde Ecuador, esto motivó un crecimiento de sus cultivos para atenderla demanda de ese y otros países del mundo.

Según datos del INEC, al año 2021 se cultivaban 7 195 hectáreas, con una proyección de 10 000 hectáreas en un futuro inmediato. Desde el punto de vista del cultivo, las provincias productoras del país son: Carchi (36%), Pichincha (31%), Imbabura (18%), Tungurahua (8%) y Santa Elena (7%). Sin embargo, el cultivo se practica en al menos 18 de las 24 provincias del Ecuador (Villamil 2022).

Para las frutas tropicales como el aguacate, es de vital importancia aportarles en forma correcta y oportuna los nutrientes que intervienen en su fisiología con lo que se consigue un adecuado desarrollo de la planta, y en consecuencia, lograr los mayores rendimientos de frutos, y mayores ganancias económicas. Esta es una regla para seguir, pues cuando la planta recibe una nutrición integral y constante durante

toda su vida útil se tendrá una producción sostenida año con año (Haifa 2023).

Cualquier programa de nutrición, en este caso el aguacate, debe orientarse al suministro de macro, micro y oligoelementos nutritivos necesarios para el plantío, suministrándolos en momento oportuno y en función de las etapas fenológicas del cultivo, así como en la dosis correcta para la adecuada asimilación por parte de las plantas (Martínez *et al.* 2014).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Una de las características de la era moderna, lo que incluye la práctica agrícola, es entre otras cosas, la presión que ejerce en la vida diaria el consumismo, lo que ha generado dependencia y pérdida de la autosuficiencia alimentaria principalmente en las zonas rurales de nuestro país. Esto está relacionado con la tendencia del crecimiento demográfico que ejerce presión sobre los rendimientos agrícolas de campo, lo cual obliga encontrar alternativas válidas que eleven la producción de frutos.

En el país la producción de aguacate ha sido considerada una actividad complementaria a la producción de cultivos más tradicionales, pero la atención dada a este cultivo es insuficiente para pretender buenos y mayores resultados en cuanto a producción. El desconocimiento y falta de información de las buenas prácticas de cultivo en la mayoría de las zonas de nuestro país da lugar a cosechar frutos en poca cantidad por unidad de superficie, y de poca calidad para el mercado.

En Ecuador los sistemas productivos de aguacate no han logrado superar los estándares de rendimiento del cultivo; posiblemente esto se debe a la falta de respuestas técnicas apropiadas y al uso de labores agronómicas no adecuadas para el cultivo. De manera adicional podríamos agregar el déficit nutricional de los plantíos de aguacate debido a la nula o quizás insuficiente aplicación de fertilizantes edáficos y foliares en las épocas, fuentes y dosis correctas, no utilizando programas óptimos para las diferentes zonas de producción; hoy, esta situación es una problemática que

aún no ha sido abordada de manera apropiada por los productores de aguacate, y ésta la razón del presente trabajo de investigación.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad pese al todo la información disponible a nivel mundial sobre la importancia de la fertilización en la producción de cultivos y el uso de fitohormonas para mejorar la fisiología vegetal, los niveles de producción de aguacate en Ecuador aún son deficientes.

La gran diversidad de área de cultivo que tiene nuestro país, el importante número de productores y la apertura del comercio exterior, justifican que las políticas públicas agropecuarias y los emprendimientos agrícolas privados se orienten a adoptar técnicas de cultivo de punta para el aguacate ecuatoriano. En los actuales momentos, hay que reconocer un mejor manejo agronómico de este cultivo en las provincias de la región interandina y en determinadas fincas de la costa, allende al mar.

Es necesaria la utilización de programas de fertilización que sean adaptados a las diferentes zonas del país, así como las formas y épocas de aplicación en los cultivos. Hay que considerar también que no todas las variedades de aguacate se comportan de igual manera en cuanto a la asimilación de nutrientes y su posible conversión en número de frutos a cosechar. Por eso es importante el conocimiento de estos factores y su aplicabilidad para incidir en los niveles de productividad y producción.

Adicionalmente podemos decir que el uso de fertilizantes en dosis adecuadas y en épocas precisas de la fisiología de la planta puede llevar a obtener cosechas inclusive fuera de temporada. Cosechar mayor cantidad frutos en relación con lo normal es posible, siempre y cuando, la aplicación de todas las técnicas de manejo agronómico sean las adecuadas y complementarias al uso de programas de fertilización bien calibrados.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar el manejo de la fertilización edáfica en el cultivo de Aguacate en Ecuador.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- A.** Detallar los problemas agronómicos ocasionados por el mal uso de fertilizantes en la producción de aguacate.
- B.** Describir los niveles adecuados de fertilización edáfica empleados para la producción del cultivo de aguacate.

## **1.5. TIPO Y LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

### **Tipo de investigación**

Consultiva, a través de investigación bibliográfica.

### **Línea de investigación: UTB**

**Dominio:** Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

**Línea:** Desarrollo agropecuario y agroindustrial, sostenible y sustentable.

**Sublínea:** Fisiología y nutrición vegetal.

## **2. DESARROLLO**

## 2.1. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1.1 El Cultivo de aguacate

El Aguacate (*Persea americana* Miller), es una fruta de mucha importancia en la alimentación humana, por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Es de gran importancia socioeconómica, debido a su demanda creciente, que proporciona empleos permanentes y temporales a los participantes en la cadena agrocomercial y alimentaria, beneficiando a productores, comercializadores, industrializadores y consumidores. Prueba de ello es el desarrollo que alcanzan las zonas donde se produce el aguacate consumido; así lo confirma el desarrollo alcanzado en otros países productores como El Salvador, Guatemala, y México (Baiza 2003).

Esta fruta (aguacate) es originaria de un área que se extiende desde el Sur de México y el Norte de Centro América hasta el Norte de Sudamérica, por lo que posee alta variabilidad y adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas. Otros investigadores destacan de cada especie las variantes botánicas que las diferencian, como, por ejemplo: *Persea americana* var. *Drymifolia* (México); *Persea americana* var. *Guatemalensis* (Guatemala), y *Persea americana* var. *Americana* (Las Antillas) (Teliz 2000).

En Ecuador la producción de aguacate se destina principalmente al consumo interno; sin embargo, como el área sembrada actualmente no satisface la demanda nacional, se debe importar de otros países. De manera general, el comercio mundial está especialmente dirigido a los mercados europeos; así, el 60% del total exportado es consumido por Francia, seguido en orden de importancia por Alemania, Reino Unido e Italia. Existen tres variedades que son las más demandadas, estas son: el aguacate mexicano, antillano, y guatemalteco (Infoagro 2023).

El mismo autor indica que la variedad guatemalteca presenta caracteres organolépticos intermedios respecto de las otras dos razas citadas; por ejemplo, la variedad mexicana es más tolerante al frío y más sensible a los suelos salinos que la

variedad antillana. Los aguacates mexicanos son de pequeño tamaño, pero contienen un alto porcentaje de aceite, mientras que en la variedad antillana ocurre lo contrario.

El cultivo de aguacate se presenta como una gran oportunidad de producción y exportación para el país, ya que existe un potencial mercado de colocación de esta fruta en Estados Unidos y países cercanos a nuestro país como el chileno y colombiano; la gran ventaja es que a diferencia de otros países, el Ecuador puede producir aguacate todo el año, con picos de producción y cosecha plenamente definidos de febrero a marzo y de agosto a septiembre, mientras que otros países producen en un lapso de solamente 4 a 5 meses del año (INIAP 2014).

En el año 2021, la producción mundial de aguacate se situó en torno a las 8,1 Millones de toneladas, unas 40 000 toneladas más que en el año 2020; y el valor más alto registrado en todo el periodo estudiado. México es el mayor productor de aguacate del mundo con 2 184 663 toneladas/año, República Dominicana, Perú, indonesia, Colombia, Brasil, Kenia y Estados Unidos, siguen en orden. Ecuador se sitúa en el puesto 29 de los principales productores con algo más de 4 000 hectáreas y una producción media de 4,2 Tm/ha (Atlas Big 2023).

El árbol de aguacate es de hoja perenne y forma ovalada. La planta puede crecer hasta 20 metros de alto, dependiendo de la variedad, el clima, y ecosistema. Sin embargo, la mayoría de los productores mantienen sus huertos de aguacate entre 5-12 metros de alto para facilitar el manejo (Sela 2023).

El mismo autor indica que esencialmente, existen 3 tipos principales de aguacate (mexicano, guatemalteco y antillano) y más de 500 variedades. Sin embargo, existe una clasificación única que agrupa a los aguacates como tipo "A" o "B". Esto se basa en el hecho de que las flores de aguacate no son diferenciadas en masculinas y femeninas, sino que estos órganos sexuales funcionan indistintamente; así, la flor del aguacate tipo "A" se abre como hembra en la mañana del primer día de la floración, y como macho en la tarde del día siguiente; en tanto que la flor de aguacate tipo "B"

hace exactamente lo contrario.

### **2.1.2 Fertilización de los cultivos perennes**

Existen etapas claves en la fenología de estos cultivos en que la demanda de nutrientes es en función de cada especie y variedad. En árboles perennes, por ejemplo: el periodo de floración, cuajado de fruto, abscisión de fruto (caída temprana de frutos), y la “poda fisiológica”, que se realiza cuando el crecimiento exponencial de brotes, hojas y frutos son simultáneos, son etapas de alta demanda de nutrientes. Esto ocurre a menudo por la competencia entre frutos por aprovechar el agua y nutrientes, ocasionando un adelgazamiento y selección natural, en que se elimina el exceso de frutos y permite que los frutos remanentes se desarrollen adecuadamente (Lovatt 2022).

Científicamente se ha demostrado que los nutrientes primarios, secundarios y los micronutrientes carentes en el suelo, limitan el rendimiento y /o afectan la calidad. En consecuencia, para la práctica agrícola en aguacate es esencial la fertilización equilibrada de nitrógeno, fósforo y potasio en relación con las reservas del suelo, los requerimientos, y los rendimientos esperados del cultivo, a lo que se puede agregar magnesio, azufre y otros microelementos donde esto sea necesario (IFA 2012).

Es común que la fertilización en cultivos perennes como el aguacate no se haga correctamente, sin perjuicio de que muchos agricultores la realicen de forma adecuada. En muchas ocasiones se fertiliza aun cuando los elementos que están en el suelo existen en cantidades altas, o al menos son suficientes; o no se aplican los nutrientes que la planta necesita, o bien, se los aplica en una menor dosis. Esto es, básicamente, por desconocimiento. De otra parte, es frecuente que no se consideran los aportes que recibe el suelo durante el desarrollo de los cultivos, provenientes de la materia orgánica, o la incorporación de rastrojo (Faiguenbaum 2022).

En el año 2021 en el 61,0% de la superficie con cultivos permanentes se aplicaron insumos de síntesis química, un 29,2% no fueron fertilizados; mientras que

el 2,7% del área cultivada usaron únicamente insumos de fertilización orgánica. De estos, el cultivo de aguacate con énfasis comercial solo el 28% de los productores aplicaron fertilizantes de síntesis química, en especial en la región andina (Espac-INEC 2022).

Una nutrición balanceada es fundamental para tener cultivos de aguacate productivos, buscando asegurar la disponibilidad de nutrientes en los momentos acuciantes del desarrollo de la planta (de mayor demanda), sin que se llegue a afectar el rendimiento y la calidad de los frutos. Por ello, es necesario establecer planes de fertilización con fuentes externas, a través del suministro de macro y micronutrientes. Sin embargo, muchos productores de aguacate desconocen o no aplican los criterios básicos para el manejo de la fertilización de sus cultivos que, sumado a otras prácticas de manejo deficientes, convierten al aguacate en un cultivo con bajo nivel de tecnificación (González 2021).

El rendimiento de los cultivos perennes como frutales se caracteriza también por un período de llenado que comienza después de la floración. Al comienzo del desarrollo de los frutos las hojas en directa vecindad de los frutos son los principales contribuyentes a su crecimiento. A medida que avanza el desarrollo del fruto las hojas que se encuentran por encima del racimo proveen de fotosintatos para su llenado (Mengel y Kirby 2000).

En este sentido los mismos autores menciona que el contenido de azucares es más alto cuanto más material foliar está disponible para suministrar fotosintatos. Por lo tanto, una gran área foliar es importante para la producción de los frutos. En los estados iniciales del desarrollo esta ventaja es de significancia para el incremento del peso. El proceso de llenado también depende de la eficiencia fotosintética de las hojas lo que no sólo está controlado por la intensidad de la luz y la temperatura, sino también por la nutrición mineral.

### **2.1.3 Fertilización del aguacate**

Según Baiza (2003): <la demanda de nutrientes del cultivo de aguacate está determinado por la variedad sembrada, la edad, la producción esperada, y el contenido y disponibilidad de nutrientes del suelo. Para fertilizar el aguacate se deben considerar los rendimientos obtenidos en la última cosecha y los síntomas de deficiencias nutricionales visibles en el cultivo. El aguacate es un cultivo exigente de macroelementos: Nitrógeno, Fósforo y Potasio y de elementos menores como el Boro, Zinc, Manganeso y Magnesio. Además, requiere de altas dosificaciones de materia orgánica>.

Este autor indica que las épocas de mayor demanda de nutrientes por planta son: el inicio del desarrollo vegetativo, la floración, y el desarrollo del fruto; por tal razón, la aplicación de abonos orgánicos y la primera fertilización deben realizarse antes y al inicio de la temporada lluviosa. La segunda fertilización entre septiembre y octubre, aprovechando las últimas lluvias para su incorporación como cultivo de secano; y de diciembre a enero en los huertos que disponen riego (Tabla 1).

Tabla 1. Requerimientos de nutrientes del aguacate en un suelo con fertilidad normal.

CANTIDAD (gramos/Planta/Año)			
Años	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	30-40	20-25	30-50
2	60-90	30-40	60-90
3-4	130-200	60-100	130-200
5-7	230-300	120-150	230-300
8-9	350-380	150-180	350-380
10-14	450-500	200-250	450-500
Más del 14	500-750	250-350	500-750

Fuente: Adaptado por Torres Arias, 2002.

La mayor parte de la absorción de nutrientes ocurre durante la etapa de floración. Los requerimientos nutricionales de un huerto específico se pueden determinar en función del análisis fisicoquímico del suelo y el análisis foliar, con lo que se tendrá noción de la absorción de nutrientes para un rendimiento objetivo determinado y la variedad cultivada (Sela 2023). (Tabla 2).

Tabla 2. Kilogramos de nutrientes extraídos por hectárea de aguacate.

Nutriente	Extracción kg/ha
Nitrógeno	95
Fosforo	22
Potasio	105
Calcio	15
Magnesio	6
Hierro	0,25
Cobre	0,06
Zinc	0,14
Boro	0,11

El enfoque actual para el manejo de la fertilización del aguacate se orienta a proveer fertilizantes en épocas y cantidades específicas en cada finca de acuerdo con los requerimientos nutricionales que el aguacate tiene para sostener un determinado nivel de producción de frutos en cada huerto. Al efecto, para producir 1 000 kg/ha de frutos se necesitan: 8,2 kg/ha de Nitrógeno; 2,5 kg/ha de fósforo, y 13,1 Kg/ha de Potasio. Si la producción total se incrementa, entonces los requerimientos para alimentar la plantación se duplicarán para el siguiente ciclo (Salvo 2018).

Este investigador nos informa que en la variedad Hass de aguacate, la semilla, la pulpa y la cáscara contienen 13, 67 y 20 % de la materia seca total del fruto, respectivamente. Nos dice también que los macronutrientes N, P y K representan 1,19 %, 0,35 % y 1,96 % de la materia seca total del fruto; de tal forma que una producción de 10 toneladas con 21 % de materia seca extrae de la tierra un volumen de 25 kg de nitrógeno; 7,5 kg de fósforo y 40 kg de potasio.

Tabla 3. Kilogramos de nutrientes extraídos por hectárea de aguacate. Chile, 2016.

<b>Kg/ha</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
<b>5.000</b>	<b>41</b>	<b>12</b>	<b>65</b>
<b>6.000</b>	<b>49</b>	<b>15</b>	<b>79</b>
<b>7.000</b>	<b>57</b>	<b>17</b>	<b>92</b>
<b>8.000</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>105</b>
<b>9.000</b>	<b>74</b>	<b>22</b>	<b>118</b>
<b>10.000</b>	<b>82</b>	<b>25</b>	<b>131</b>
<b>11.000</b>	<b>90</b>	<b>27</b>	<b>144</b>
<b>12.000</b>	<b>98</b>	<b>29</b>	<b>157</b>
<b>13.000</b>	<b>106</b>	<b>32</b>	<b>170</b>
<b>14.000</b>	<b>115</b>	<b>34</b>	<b>183</b>
<b>15.000</b>	<b>123</b>	<b>37</b>	<b>196</b>
<b>20.000</b>	<b>164</b>	<b>49</b>	<b>262</b>
<b>25.000</b>	<b>205</b>	<b>61</b>	<b>327</b>

**Fuente:** Salvo y Lovatt. 2016.

La extracción de nutrientes del campo en la fruta cosechada puede ser un buen parámetro para utilizarse para determinar las dosis de nutrientes a aplicarse. Una recomendación general es la de aplicar a cada planta 330 g de N, 160 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, y 330 de K<sub>2</sub>O por cada 100 kg de fruta producida por el árbol. También es aconsejable fraccionar la aplicación de nutrientes de la siguiente forma: inicialmente aplicar una tercera parte del N y todo el P, luego aplicar el K antes de la floración; el segundo tercio del N se aplicará cuatro meses más tarde (al inicio de las lluvias) y el tercio final de N aplicarlo cuatro meses después (Lazcano y Espinoza 2016).

Por tanto, en la nutrición vegetal el punto crucial es mantener un equilibrio entre los iones que las plantas intercambian como alimento, ya que la inadecuada interacción entre ellos puede ocasionar un resultado negativo para el cultivo. En particular el cultivo de aguacate es muy exigente en cuanto a la demanda de nutrientes, y esto hace que la concentración en el suelo se mantenga siempre

dinámica (Tapia *et al.* 2005).

### 2.1.3 Investigaciones en fertilización de aguacate

Un estudio realizado en el Estado de Guerrero, México, en un huerto de aguacate tipo Hass, de 5 años, su objetivo fue evaluar tratamientos de nutrición química y orgánica en árboles de aguacate; los abonos usados fueron: estiércol bovino 50 kg (estiércol); 200-100-200 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K (edáfico) y 30-10-15 kg ha<sup>-1</sup> de Ca-Mg-B (foliar). Los resultados fueron que el tratamiento edáfico + foliar (75 cm<sup>2</sup>) presentó mayor área foliar que el testigo (65 cm<sup>2</sup>) y tuvo el mayor peso de fruto con 2,62 kg/10 frutos, el cual fue significativamente mayor que el testigo (1,51 kg/10 frutos) (Villalba *et al.* 2015).

En otro trabajo realizado en Nayarit, México, se evaluó el efecto de la aplicación de nitrógeno (N) y Potasio (K), utilizando nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) para la producción de frutos y el volumen de copa/árbol en el cultivo de aguacate variedad Hass. Los tratamientos fueron dispuestos en bloques al azar con diez repeticiones y arreglo factorial 4 x 2; donde el factor "A" (variable) consistió en las dosis de K NO<sub>3</sub>: 230, 460 y 690 g/árbol más un testigo sin aplicación. El factor "B" (variable) consistió en la aplicación y no aplicación de riego durante la época sin lluvia en la región. Estas variables presentaron diferencias significativas (P 0,05%) tanto en condiciones de temporal de lluvias como de riego, siendo la dosis de KNO<sub>3</sub> de 690 g/árbol la que presentó los valores más altos. En general, el incremento de producción fue de 59% y 73%, respectivamente, en comparación con el testigo (Guerrero *et al.* 2018).

Otra investigación en aguacate desarrollada en esta misma localidad (Nayarit-México) pero sin riego en tres huertos comerciales y con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización sobre la producción en aguacate Hass la dosis de fertilización se calculó considerando la demanda nutrimental del árbol para un rendimiento de 30 t /ha. Los tratamientos incluyeron N, P, K, Ca, Mg, S, Zn y B y tuvo dos niveles: normal y alto (equivalente al nivel normal más 50%). Como controles se usaron dos tipos de fertilización. Considerando la producción, tamaño del fruto y el análisis económico, el

tratamiento con dosis alta: 2,14 kg N; 0,742 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2,52 kg K<sub>2</sub>O, 810 g Zn y 94,3 g B, fue mejor para incrementar la productividad. La fertilización basada en N y K sola o complementada con gallinaza no mejoró la producción (Salazar 2009).

Otras investigaciones realizadas indican que se necesitan alrededor de 2,9 kg de N/tonelada de fruta, y se necesitan 23,3 kg de N/Ha para el crecimiento vegetativo anual del cultivo; con esto se espera sustentar rendimientos de 20 t de frutos/ha. Considerando lo anterior, más o menos se calcula un requerimiento de 4,07 kg de N/tonelada producida (Martínez *et al.* 2014).

En nuestro país, un trabajo de investigación realizado en Imbabura-Ecuador, el mejor tratamiento para el manejo de la nutrición y fertilización en aguacate, demostró ser el tratamiento tres (T3: 15-05-20-2; 15- 15-15; 8-20-20, con incremento de gallinaza) en una dosis de 667 gr en cuanto a la fertilización química y 1 800 g en cuanto a la fertilización orgánica, lo que permitió en tres variables: crecimiento de los brotes, peso promedio de los frutos, y tamaño de los frutos, obtener buenos resultados (López 2009).

Estudios realizados en otra investigación, en Guayllabamba-Quito, mostraron que el tratamiento T2 (-P) presentó el mejor número de frutos a la cosecha con 350 frutos/árbol, por ende fue el mejor rendimiento a la cosecha con 26 Tm/ha, compartiendo con el tratamiento T3 (-K) que obtuvo 25 tm/ha, esto se debe a que en producciones anteriores los árboles de aguacate no presentaron cargas de frutos significativas, por tanto la tierra y los árboles poseían reservas de dichos nutrimentos aprovechando que el agricultor realizaba fuertes aplicaciones de los mismos (Herrera 2017).

#### **2.1.4 Mal uso de fertilizantes en aguacate**

El aguacate es un cultivo sensible al sodio y a los cloruros. La toxicidad por cloruros disminuye enormemente el crecimiento y engrose de las frutas, y causa necrosis de los márgenes de las hojas. La toxicidad por sodio produce clorosis y

necrosis en las hojas (ICL 2023).

La sobre fertilización es una de las causas más habituales de la aparición de enfermedades en las plantas. En este aspecto, debemos ser conscientes de que la fertilización juega un papel fundamental en la salud del aguacate. Tanto su carencia como de manera especial un exceso en su aplicación puede provocar que una planta sea más susceptible a ciertas enfermedades. El exceso de fertilizante tiene como consecuencia que las plantas crezcan débiles y se espiguen demasiado. Además, las puntas de las raíces pueden quemarse por el alto nivel de sales que contienen estas sustancias. En definitiva, la sobre fertilización puede hacer que las plantas de aguacate estén mucho más comprometidas ante la presencia de alguna enfermedad (Probelte 2019).

En la producción de aguacate existe un grave problema medioambiental, ya que, su valor ha llevado a muchos agricultores a convertirse al monocultivo de la planta, llegando hasta a quemar amplias zonas de bosque para aumentar su producción. A esto se añade una elevada necesidad hídrica del cultivo, una característica que hace insostenible su cultivo a gran escala. La expansión causó la pérdida de tierras forestales entre 2000 y 2010. Un cultivo de aguacate utiliza casi el doble de agua que un bosque denso, lo que significa que menos agua alcanza los ríos. Más allá de la tala de los bosques y de los efectos sobre la retención de agua, el alto uso de productos químicos agrícolas es otro factor que podría tener efectos negativos (Barberi 2017).

Los impactos generados en el medio ambiente por la producción de aguacate demuestran que la expansión del cultivo continua a tazas aceleradas, reemplazando la cobertura forestal nativa, los principales problemas ambientales que se generan son: exceso de fertilización y mal manejo de fertilizantes, baja calidad del suelo por déficit en las aplicaciones de fertilizantes y pérdida de biodiversidad, por lo tanto se deben identificar y analizar indicadores y características de estos efectos que además causan contaminación del recurso hídrico por residuos de agroquímicos por las

aspersiones foliares (Díaz 2019).

El uso de fertilizantes químicos también causa afecciones en el suelo; principalmente cuando el árbol es joven necesita de una mayor cantidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio para crecer en buenas condiciones, después que pasa a ser un árbol maduro se reduce la aplicación de fertilizante en una cuarta parte (Esguerra y Guarín 2016). La contaminación del suelo por el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes afecta la productividad del suelo y la inocuidad de los productos agrícolas y la salud de las personas (Asohofrucol 2009).

Un excesivo nivel de fertilización puede inducir problemas de deterioro interno de la fruta, a su vez se este exceso se asocia con la reducción de los niveles de calcio requeridos en la palta para prolongar su capacidad de transporte. En otro ejemplo, un exceso de nitrógeno es un costo extra que no aprovecha y genera riesgo de contaminación de la napa subterránea con nitratos (Salvo 2018).

Debido a que el uso de fertilizantes químicos a largo plazo ha demostrado tener efectos perjudiciales sobre la estructura del suelo y su salud, lo que con lleva a la erosión y rendimientos bajos. El uso excesivo de los fertilizantes altera el equilibrio natural del suelo y puede quemar químicamente las raíces de las plantas (Orozco *et al.* 2016).

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha causado pérdidas en la productividad de los suelos donde se realizan prácticas agrícolas incorrectas, las cuales ocasionan la degradación de propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo (Carvajal y Mera, 2010).

El exceso de fósforo puede interferir con la absorción de micronutrientes, como el zinc y hierro, así mismo, el exceso de potasio en forma de potasa aumenta el pH del suelo, lo que causa una mala absorción de nutrientes (Stevenson y Cole 1999).

Los efectos negativos del uso de fertilizantes de síntesis en el medio ambiente son indiscutibles, los productos químicos que se encuentran en los fertilizantes, como nitratos y fosfatos, contaminan acuíferos y cuerpos de agua superficiales (Orozco y Valverde 2012).

Entre las prácticas de manejo que han afectado a los suelos donde se cultiva aguacate figuran: monocultivo, el uso excesivo de fertilizantes y el escaso o nulo aporte de residuos vegetales y animales al suelo. Los cambios en los atributos físicos y químicos propios del suelo aceleran su degradación provocando balances negativos en la reserva nutritiva para plantas y microorganismos, el monocultivo contribuye a la baja disponibilidad de nutrientes, entre estos el nitrógeno (N), creando así una dependencia de fertilizantes sintéticos en elevadas cantidades y promoviendo la contaminación de suelo y agua, lo que reduce la producción del cultivo (Llanga *et al.* 2023)

## **2.2. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.2.1 MÉTODO**

Esta investigación es el componente práctico de la prueba complejiva de grado, que se ejecutó a través de la recopilación de todo tipo de información técnica, consultando en portales web especializados, en publicaciones de artículos científicos, memorias de congresos, tesis de grado, y demás fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en distintas fuentes de consulta.

La información obtenida fue analizada y adecuada al propósito de inducir una información específica que esté en correspondencia con el título y los objetivos de la investigación, destacando su importancia y fundamentos para el conocimiento técnico y académico del lector.

### **2.2.2 TÉCNICAS**

La metodología y técnicas utilizadas en el presente trabajo de investigación fueron de tipo exploratorio y explicativo; exploratorio porque se centra en experiencias y documentos técnicos ya existentes, de donde se recopiló toda la información para elaborar el contenido del presente caso de estudio; y explicativo porque detalla la botánica y los medios de fertilización del cultivo de aguacate.

### **2.3. RESULTADOS**

En Ecuador, específicamente en los valles de la región interandina se cultiva el aguacate de interés comercial. Bajo esta particularidad el cultivo genera ingresos a los pequeños productores que, en la mayoría de los casos, tienen plantaciones pequeñas. Generalmente esta categoría de agricultores produce fruta sin dar mayor importancia a la calidad; más bien, buscan obtener la mayor producción posible. Las variedades más cultivadas en la región sierran son: Hass (mexicana) y Fuerte (guatemalteca); en tanto que en la costa se cultiva más el zutano (antillano).

A través de la investigación de campo se encontró que en las zonas productoras del país no existe un adecuado uso de programas de fertilización, o en el peor de los casos esto es nulo; por esta razón, la productividad es baja al igual que la rentabilidad de las fincas, además de tener un rápido envejecimiento de las plantaciones.

Para incrementar la productividad y producción de aguacate es muy necesaria la utilización de programas de fertilización adecuados, sean estos generalistas o específicos para cada zona productora. Esto es importante, además, porque al incorporar los nutrimentos al suelo, también se incrementa el número de flores prendidas que, en otros casos, alcanzan un porcentaje de prendimiento muy bajo, y adicionalmente se aumenta la capacidad de los árboles para evitar la senescencia prematura.

Los resultados de las investigaciones realizadas muestran que plantaciones fertilizadas aumentan sus rendimientos en más del 45% con relación al testigo no

fertilizado en el primer año de producción; además que este rendimiento puede aumentar hasta un 55% en cosechas posteriores. Esto es posible si el programa de fertilización es balanceado, oportuno y se utilizan fuentes de nutrientes apropiados.

La aplicación de fertilizante, tal como se ha mencionado, incrementa la producción de fruta, sin embargo, esta debe estar acompañada con la aplicación de riego suplementario para facilitar la movilidad del fertilizante en el suelo y la planta. En sectores de alta precipitación es recomendable fraccionar las dosis fertilizantes en al menos seis aplicaciones durante el ciclo productivo, incluido el llenado de los frutos; esto por cuanto, si se da uno o dos riegos hay la posibilidad de que los nutrientes se desplacen a otros niveles del suelo evitando ser tomados por las plantas.

En consideración a la producción, tamaño del fruto, y el análisis económico de la actividad, pudiera ser apropiado aplicar: 2,14 kg N, 0,74 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2,520 kg K<sub>2</sub>O, 810 g Zn y 94,30 g B por árbol, con lo que se espera incrementar la producción de frutos y al mismo tiempo mantener la salud fisiológica del árbol en el tiempo. Sin embargo, el posible uso de esta dosificación no significará que se pueda aumentar la dosis en la medida de una respuesta positiva del cultivo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resumen de programas de fertilización por árbol. Babahoyo, 2023

Zona	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca O	Mg O	S	Zn	B	Fe	Cu	Mn
IPNI	2,8 0	1,05	2,4 2	0,56	1,12	2,0 3	0,03 9	0,099	0,011 7	0,014 4	0,002 2
México	2,1 4	0,74 2	2,5 2	-----	-----	-----	0,81	0,094 3	-----	-----	-----
Santa Elena	2,0 8	1,08	2,1 2	-----	1,07	-----	0,04	0,04	-----	-----	-----
Imbabura	1,8 8	1,05	2,4 0	0,47	1,01	1,9 0	0,03	0,05	0,05	0,05	0,003
Tungurahua	2,1 1	1,03	2,1 1	0,51	1,06	2,0 7	0,05	0,06	0,06	0,05	0,004
Pichincha	2,2	1,5	1,9	0,66	0,9	2,0	0,04	0,04	0,09	0,01	0,002

	6		5			6					
<b>Promedio</b>	<b>2,2</b>	<b>1,08</b>	<b>2,2</b>	<b>0,55</b>	<b>1,03</b>	<b>2,0</b>	<b>0,17</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>0,00</b>
	<b>1</b>		<b>5</b>			<b>2</b>					

Así mismo un programa adecuado promedio para ser aplicado en aguacate sería: 2,21 kg ha<sup>-1</sup> N; 1,08 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2,25 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O; 0,55 kg ha<sup>-1</sup> CaO; 1,03 kg ha<sup>-1</sup> MgO; 2,02 kg ha<sup>-1</sup> S; 0,17 kg ha<sup>-1</sup> Zn; 0,06 kg ha<sup>-1</sup> B; 0,05 kg ha<sup>-1</sup> Fe; 0,04 kg ha<sup>-1</sup> Cu y 0,003 kg ha<sup>-1</sup> Mn

Se puede agregar que la Implementación de programas de fertilización al cultivo de aguacate en sistemas de alta intensidad o en sistemas asociativos agroforestales, garantizaría una manera adecuada de sostener la productividad y sustentar la economía de los pequeños productores de aguacate.

## 2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación y lo expresado nos sugieren que la aplicación de buenas técnicas del cultivo, las buenas prácticas culturales, y el adecuado uso de programas de fertilización aumentan la productividad y producción en los cultivos de aguacate. Esto lo corrobora Salvo (2018) quien indica que el enfoque actual para el manejo de la fertilización de aguacate se orienta a proveer fertilizantes en épocas y cantidades específicas para cada sector y predio. Según los requerimientos nutricionales, para producir 1 000 kg/ha de frutos se necesitan: 8,2 kg/ha de N; 2,5 kg/ha de P, y 13,1 kg de K.

La aplicación de fertilizantes debe darse en los periodos más críticos del cultivo, normalmente estos son el floración y formación de frutos, sin embargo, deben tomarse en consideración todas las etapas productivas. Esto lo corrobora Baiza (2003) quien menciona que el cultivo es exigente de macroelementos: Nitrógeno, Fósforo y Potasio y de elementos menores como el Boro y el Zinc, manganeso y magnesio. Además, las épocas de mayor demanda de nutrientes por la planta son: la floración, el inicio del ciclo vegetativo, formación de los brotes foliares, de los primordios florales, y desarrollo

de frutos; por esta razón, la aplicación de la primera fertilización debe realizarse antes y al inicio de la temporada lluviosa.

También es importante destacar que, en Ecuador, la mayor producción de aguacate se produce en la región sierra, sobre todo en los valles. En estas zonas aún no se conoce en firme sobre la utilización ordinaria de programas de fertilización; sin embargo, aquellos que, si los tienen y aplican, reportan incremento de su producción y rentabilidad del cultivo. Esto lo confirma Herrera (2017) con su estudio realizado en Guayllabamba-Quito donde demostró que el tratamiento T2 (-P) presentó el mejor número de frutos a la cosecha con 350 frutos/árbol, y cosecha de 26 t m/ha.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. CONCLUSIONES**

En función de los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir lo siguiente:

1. La aplicación de nutrientes al cultivo de aguacate debe ser en base a los análisis de suelo y foliar, acompañado esto con registros de producción al momento de la cosecha para futuros ajustes de dosificaciones.
2. El programa más difundido para mejorar la producción, tamaño y calidad de frutos es: 2,14 kg N; 0,74 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2,52 kg K<sub>2</sub>O; 810 g Zn; y 94,3 g B por planta.
3. La técnica más utilizada para la aplicación de fertilizantes a la planta es en media luna, a 50 cm de la zona de mayor influencia radicular.
4. Los mejores resultados de la fertilización utilizando insumos aplicados al suelo siempre se complementarán con aplicación de riego a la plantación.
5. Muchos agricultores ecuatorianos dedicados al cultivo de aguacate en la zona de la sierra si utilizan programas de fertilización para este cultivo, esto debido a la asesoría producida por empresas comercializadoras de agroquímicos.
6. Las investigaciones demuestran cuán importante es tener y utilizar programas de fertilización edáfica y foliar, orgánica y química.
7. El región Costa de Ecuador los cultivadores de aguacate en general no utilizan programas de fertilización, debido a que las plantaciones son más de subsistencia, salvo plantaciones tecnificadas en la zona de Santa Elena.
8. La aplicación excesiva de fertilizantes, así como su déficit, ocasionan problemas de manejo fitopatológico en el cultivo de aguacate.
9. El mal uso de fertilizantes en exceso ocasiona problemas ambientales en el cultivo de aguacate, estos relacionados con contaminación de suelos y aguas.

### **3.2. RECOMENDACIONES**

1. Adoptar como una técnica agrícola el análisis de suelo, previo a definir el o los programas de fertilización.
2. En la generalidad, se puede utilizar el programa de fertilización: 2,21 kg ha<sup>-1</sup> N; 1,08 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2,25 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O; 0,55 kg ha<sup>-1</sup> CaO; 1,03 kg ha<sup>-1</sup> MgO; 2,02

kg ha<sup>-1</sup> S; 0,17 kg ha<sup>-1</sup> Zn; 0,06 kg ha<sup>-1</sup> B; 0,05 kg ha<sup>-1</sup> Fe; 0,04 kg ha<sup>-1</sup> Cu y 0,003 kg ha<sup>-1</sup> Mn.

3. Evitar aplicaciones excesivas de fertilizantes para disminuir los riesgos ambientales.
4. Implementar y difundir a través del MAG. programas de renovación, rehabilitación y nutrición vegetal para los cultivos tradicionales de la costa ecuatoriana a fin de incorporarlos al comercio local y del exterior.

#### **4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Asociación Internacional de la industria de los fertilizantes - IFA. 2012. Los fertilizantes y su uso. World Fertilizer use Manual. París, 632p.
2. Asohfrucol. 2009. Guía ambiental hortofrutícola de Colombia. (en línea, sitio

- web). Consultado: 02 sep. 2023. Disponible en [http://Asohofrucol.Com.Co/Archivos/Biblioteca/Biblioteca\\_30\\_Guiahortifruticultura\[1\].Pdf](http://Asohofrucol.Com.Co/Archivos/Biblioteca/Biblioteca_30_Guiahortifruticultura[1].Pdf)
3. AtlasBig. 2023. Producción mundial de aguacate por país (en línea, sitio web). Consultado: 25 ago. 2023. Disponible en <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-aguacate>
  4. Baiza, V. 2003. Guia técnica del cultivo de aguacate. Frutales, Programa nacional de frutas de El Salvador. MAG-IICA, Editorial Maya, 1er edición. San Salvador. 69p
  5. Barbieri, A. 2017. Estos son los graves daños escondidos detrás del cultivo del aguacate. Revista Vanguardia, 2017(08):12-16.
  6. Carvajal, J; Mera, A. 2010. Fertilización biológica: Técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción limpia. 5(2):77-96.
  7. Díaz, C. 2019. Implementación de un plan de manejo ambiental al sistema de producción de aguacate Hass en la finca Jireh, vereda La Claridad, municipio de Popayán. Tesis Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Popayán, Colombia. 104p.
  8. Esguerra, C; Guarín, D. 2016. Guía técnica ambiental para la producción de aguacate en sus variedades Lorena y Choquete bajo un sistema de silvopastoreo en la vereda Cerro Gordo en el municipio de Mariquita Tolima. Monografía Administrador Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Caldas, Colombia. 103p.
  9. Faiguenbaum, H. 2022. Recomendaciones para lograr una mayor eficiencia en la fertilización en cultivos anuales (en línea, sitio web). Consultado: 28 jul. 2023. Disponible en <https://mundoagro.cl/recomendaciones-para-lograr-una-mayor-eficiencia-en-la-fertilizacion-en-cultivos-anuales/>
  10. Frutas y Hortalizas. 2023. Aguacate, Persea americana (en línea, sitio web). Consultado: 25 jul. 2023. Disponible en <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Aguacate.html>

11. González, X. 2021. Claves para definir estrategias de fertilización en cultivos de aguacate (en línea, sitio web). Consultado: 25 ago. 2023. <https://redagricola.com/claves-para-definir-estrategias-de-fertilizacion-en-cultivos-de-aguacate/>
12. Guerrero, F., Ajelo, G., Sánchez, R., Bugarin, R., Aburto, C. Isiordia, N. 2018. Respuesta del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill.) variedad Hass a la aplicación de nitrato de potasio. Revista Acta Agronómica, 67(3):425-430 ISSN 0120-2812. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n3.68858>
13. Haifa. 2023. Crop Recommendations: Nutrición del Aguacate (en línea, sitio web). Consultado: 25 jul. 2023. Disponible en <https://www.haifa-group.com/es/nutrici%C3%B3n-del-aguacate>
14. Herrera, R. 2017. Determinación del elemento que causa el desprendimiento temprano de los frutos de aguacate (*Persea americana*. M.) variedad Hass en la hacienda Chaquibamba, Guayllabamba-Quito. Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. 98p.
15. ICL - Growingsolutions. 2023. Cultivar aguacate asesoramiento para la nutrición del cultivo (en línea, sitio web). Consultado: 01 sep. 2023. Disponible en <https://icl-growingsolutions.com/es-es/agriculture/crops/avocado/>
16. Infoagro. 2023. El cultivo del aguacate (en línea, sitio web). Consultado: 25 ago. 2023. Disponible en [https://infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/aguacate.htm](https://infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/aguacate.htm)
17. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. 2014. Aguacate (en línea, sitio web). Consultado: 25 ago. 2023. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/raguacate>
18. Instituto Nacional de Estadística - INEC. 2014. Módulo de Información ambiental y tecnificación agropecuaria (en línea, sitio web). Consultado: 30 ago. 2023. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Modulo\\_Ambiental\\_ESPAC\\_2021/PRINC\\_RES\\_UL\\_MOD\\_AGROTEC\\_2021\\_19\\_04%20vf.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2021/PRINC_RES_UL_MOD_AGROTEC_2021_19_04%20vf.pdf)

19. Lazcano, I.; Espinoza, J. 2016. Manejo de la nutrición del aguacate. *Informaciones Agronómicas*, 13(2):3-6. ISSN 2222-016X
20. Llanga, L; Ávila, M; Montesdeoca, F; Aponte, H; Ron-Garrido, L; Espinosa, J; Rivera, M; Borie, F; Cornejo, P; Alvarado, S. 2023. Efecto de la labranza y fertilización nitrogenada en los cultivos aguacate sobre indicadores biológicos de la calidad de un suelo andino del Ecuador. *Siembra*, 10(1):e4261. <https://doi.org/10.29166/siembra.v10i1.4261>
21. López, C. 2009. Manejo de nutrición y fertilización del aguacate *Persea americana* en el cantón Pimampiro provincia de Imbabura. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 97p.
22. Lovatt, C. 2022. Fertilización de Árboles Perennes (en línea, sitio web). Consultado: 29 ago. 2023. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/frutales/fertilizacion-de-arboles-perennes>
23. Martínez, C.; Mueña, Z.; Ruiz, S. 2014. Nutrición y Fertilidad en Paltos. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA, Chile. 73p.
24. Martínez, C. J. P.; Mueña, Z. V.; Ruiz, S. R. 2014. Nutrición y Fertilidad en Paltos. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA, Chile. 73 p.
25. Mengel, K., Kirkby, E. 2000. Principios de nutrición vegetal. 1era edición, Instituto Internacional de la Potasa. Basilea, Suiza. 597p.
26. Orozco, A; Valverde, M. 2012. Impacto ambiental del manejo del agua de riego con sondas de capacitancia sobre la contaminación de acuíferos por nitratos. *Revista Tecnología Ciencia y Agua*, 3(2):23-35.
27. Orozco, A; Valverde, M; Martínez, R; Chávez, C; Benavides, R. 2016. Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. *Terra Latinoamericana*, 34(4):441-456. ISSN:0187-5779

28. Probelte. 2019. ¿Qué impacto tiene el exceso de fertilizantes para los cultivos? (en línea, sitio web). Consultado: 01 sep. 2023. Disponible en <https://probelte.com/es/noticias/que-impacto-tiene-el-exceso-de-fertilizantes-para-los-cultivos/>
29. Salazar, S., Cossio, L., González, I. 2009. La fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate 'Hass' en huertos sin riego. Revista Agricultura Técnica Mexicana, 35(4):24-34. ISSN 0568-2517
30. Salvo, J. 2018. Manejo sustentable de la fertilización nitrogenada del aguacate. In memorias Jornadas técnicas sobre aguacate. Instituto Canario de Investigaciones Agropecuarias – ICIA. Tenerife, España. 30p.
31. Salvo, J., Lovatt, C. 2016. Nitrogen fertilization strategies for the 'Hass' avocado that increase total yield without reducing fruit size. HortTechnology 26(4):426-435. DOI: 10.21273/HORTTECH.26.4.426
32. Sela, G. 2023. La producción del cultivo de aguacate (en línea, sitio web). Consultado: 25 ago. 2023. <https://cropaia.com/es/blog/el-cultivo-de-aguacate/>
33. Stevenson, F; Cole, M. 1999. Cycles of soil: Carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients. John Wiley and Sons. New York, NY, USA. 125p.
34. Tapia, V. L. M., Anguaciano C., A. Larios G., J. A Vidales F. 2005. Nutrición Integral balanceada del aguacate. (NIBA) v. 1.1. INIFAP-SAGARPA. Uruapan, Mich. México. 76p.
35. Teliz, D. 2000. El aguacate y su manejo integrado. 1ªEd. Coordinador Editorial Daniel Téliz. Mundi – Prensa, México D. F., México. 231 p
36. Villalva, A., Damián, A., González, V., Talavera, O., Hernández, E., Palemón, F., Díaz, G., Sotelo, H. 2015. Nutrición química y orgánica en aguacate Hass en Filo de Caballos, Guerrero, México. Revista Mexicana Ciencia Agrícola, 6(2):11-15. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.794>
37. Villamil, J. 2022. El aguacate ecuatoriano es un 'boom' en el mercado extranjero (en línea, sitio web). Consultado: 24 jul. 2023. Disponible en

<https://www.yara.com.ec/noticias-y-eventos/noticias-ecuador/el-aguacate-ecuadoriano-es-un-boom-en-el-mercado-extranjero/>

## **5. ANEXOS.**



Figura 1. Variedades del Aguacate (*Persea americana*).



Figura 2. Fertilización del árbol de aguacate.



Figura 3. Cultivo comercial de aguacate.

<b>Absorción- Extracción de nutrientes</b>	<b>0 años</b>	<b>3 años</b>	<b>7 años</b>	<b>9 años</b>	<b>13 años</b>
N (Kg ha <sup>-1</sup> )	0	172	2702	1934	3924
P (Kg ha <sup>-1</sup> )	0	15	250	185	374
K (Kg ha <sup>-1</sup> )	0	61	972	1016	1585
Ca (Kg ha <sup>-1</sup> )	0	32	606	241	897
Mg (Kg ha <sup>-1</sup> )	0	43	366	379	1129
S (Kg ha <sup>-1</sup> )	0	12	131	116	325
Producción (t ha <sup>-1</sup> )	0	2,60	8,70	10,23	11,76

Figura 4. Cuadro de absorción de nutrientes en aguacate “Hass”.