

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“DESARROLLO DEL MERCADO PERUANO DE FERTILIZANTES
BAJO UN ENFOQUE GLOBAL Y SOSTENIBLE”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

RAFAEL VALDIVIA DÍAZ

LIMA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“DESARROLLO DEL MERCADO PERUANO DE FERTILIZANTES
BAJO UN ENFOQUE GLOBAL Y SOSTENIBLE”**

Rafael Valdivia Díaz

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. William Alberto Arteaga Donayre
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Luis Rodrigo Tomassini Vidal
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez
MIEMBRO

.....
Ing. Zoot. Fernando Jesús Passoni Telles
MIEMBRO

LIMA - PERÚ
2022

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Pedro y Cecilia por el apoyo. A mi esposa Alejandra y mis hijos Fátima y Lucas por el sacrificio de tiempo que han hecho durante el tiempo que dediqué a este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A mi Papá Pedro Valdivia Maldonado por el tiempo dedicado a asesorarme en este trabajo.

Al Ing. Mg. Sc. Luis Rodrigo Tomassini Vidal, por su asesoría en la elaboración del presente trabajo.

A mis colegas de trabajo por sus enseñanzas y apertura en el campo laboral.

A todas las personas que creyeron en mí, por su apoyo y sus palabras para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 IMPORTANCIA DE LOS FERTILIZANTES EN LA AGRICULTURA	4
3.2 NUTRIENTES MINERALES ESENCIALES PRESENTE EN LOS FERTILIZANTES	5
3.2.1 Macronutrientes no minerales.	5
3.2.2 Macronutrientes minerales.	5
3.2.3 Microelementos minerales.	7
3.3 TIPOS DE FERTILIZANTES	10
3.4 DEMANDA MUNDIAL DE FERTILIZANTES	11
3.5 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE FERTILIZANTES.....	12
3.6 EL PERÚ EN EL CONTEXTO GLOBAL.....	14
3.7 CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ	15
3.8 EVOLUCIÓN DE LA IMPORTACIÓN DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ	17
3.9 PRINCIPALES PRODUCTOS IMPORTADOS EN EL PERÚ.....	20
3.9.1 Tratamiento arancelario de los fertilizantes en el Perú	22
3.10 PRINCIPALES ZONAS DE DESCARGA Y CONSUMO DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ.....	22
IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	24
4.1 ESTUDIO DE MERCADO DE NEGOCIO DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ	24
4.1.1 Análisis de la demanda.....	24
4.1.2 Análisis de la oferta.....	27
4.1.3 Plan de marketing.....	28
4.2 IMPACTO DEL NEGOCIO	35
4.2.1 Análisis económico	35
4.2.2 Análisis social	36
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Proyección de consumo Global y en LATAM de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O para el periodo 2021-2024 (x 1000).....	12
Tabla 2 Balance del pronóstico global de consumo y producción de N, 2020-2024	13
Tabla 3 Balance del pronóstico global de consumo y producción de P ₂ O ₅ , 2020-2024.....	14
Tabla 4 Balance del pronóstico global de consumo y producción de K ₂ O, 2020-2024	14
Tabla 5 Consumo total de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O x (x 1000)	15
Tabla 6 Número de unidades agropecuarios por tamaño de unidad agropecuaria y según región natural 1994-2012	16
Tabla 7 Importación de fertilizantes por producto en TM 2016-2020	21
Tabla 8 Tratamiento arancelario por subpartida nacional	22
Tabla 9 Importación de fertilizantes por puerto de descarga en TM 2016-2020.....	23
Tabla 10 Proyección de la demanda 2021-2025 TM.....	25
Tabla 11 Determinación de la demanda potencial de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O para cultivos extensivos en Perú.....	26
Tabla 12 Determinación de la demanda potencial de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O para cultivos de agroexportación en Perú.....	27
Tabla 13 Proyección de la oferta de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en millones de TM	28
Tabla 14 Cobertura comercial con representantes de ventas.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Evaluación histórica de consumo de fertilizantes a nivel mundial	12
Figura 2 Consumo total de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O; TM (x 1000)	15
Figura 3 Esquema de comercialización de fertilizantes	16
Figura 4 Productores que aplican fertilizantes químicos.....	17
Figura 5 Importaciones de fertilizantes 2016-2020 TM.....	18
Figura 6 Cuota de mercado (%) por tipo de producto, año 2020	18
Figura 7 Importación de fertilizantes granulados y solubles en TM.....	19
Figura 8 Importación de fertilizantes orgánicos y especialidades.....	20
Figura 9 Productos con gran aceptación en el mercado	29
Figura 10 Evolución del precio internacional de fertilizantes nitrogenados 2016-2020.....	30
Figura 11 Evolución del precio internacional de Fosfato diamónico y Roca fosfórica 2016- 2020.....	31
Figura 12 Evolución del precio internacional del cloruro de potasio y sulfato de potasio 2016- 2020.....	31
Figura 13 Distribución de cobertura geográfica por representante comercial.....	33
Figura 14 Gráfico Distribución de cobertura geográfica por puerto de descarga	33
Figura 15 Almacén de cloruro de potasio.	34
Figura 16 Puerto de Paita	34
Figura 17 Actividades de promoción de productos.....	35
Figura 18 Capacitación a pequeños agricultores de palma aceitera en Pucallpa.....	37
Figura 19 Charla técnico comerciales sobre nutrición con potasio y magnesio en Pucallpa.....	38
Figura 20 Foto Sistema de almacenamiento y distribución de fertilizantes líquidos.	39

PRESENTACIÓN

Este trabajo está basado en los 11 años de experiencia profesional enfocada al negocio de los fertilizantes, sin embargo, durante mi formación de pre y post grado siempre enfoque mis conocimientos hacía una formación basada en la competitividad, sostenibilidad y calidad.

Es por eso que el presente trabajo no solo explica las características y aspectos fundamentales del negocio de fertilizantes en el Perú, si no también sitúa nuestra realidad en el contexto global para identificar las principales oportunidades del negocio y fomentar la competitividad a partir de nuestras fortalezas. Además de introducir la importancia de no solo el desarrollo del negocio desde el punto de vista empresarial sino también desde su contribución e influencia en los diferentes actores de la cadena de comercialización y consumo permitiendo una sostenibilidad ambiental, social y económica.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de los fertilizantes en la agricultura mundial es ampliamente reconocida. La aplicación de fertilizantes ha permitido el incremento de rendimientos en los cultivos especialmente desde mediados del siglo pasado; a la vez que beneficia y abastece diferentes industrias como la alimentaria, energética, textil, entre otras. Sin embargo, los fertilizantes tampoco han estado libres de preocupación.

Actualmente, diversos estudios alertan en contra del uso excesivo de fertilizantes por temor a la contaminación de suelos que principalmente son originados por un mal manejo del cultivo o plan de fertilización. Sin embargo, es importante reconocer que muchos países en el mundo han implementado políticas de manejo sostenible de la agricultura que no necesariamente implica la eliminación del uso de los fertilizantes químicos si no que estos sean usados eficientemente lo que involucra un análisis previo de los factores agua, suelo y planta para determinar las dosis necesarias y justas para cada campaña agrícola. Esta dosis óptima debe asegurar que la planta se nutra adecuadamente, por lo que no habría excesos ni deficiencias de nutrientes en el cultivo y, consecuentemente, se eviten pérdidas por lixiviación y escorrentía.

Si bien el origen de la agricultura se remonta a miles de años atrás, la historia de la fertilización se inició cuando los agricultores primitivos notaron que los suelos reducían sus rendimientos cuando eran cultivados continuamente, y que al añadir estiércol o residuos vegetales había una mejora en la fertilidad. La industria mundial de los fertilizantes se inició a mediados del siglo XIX, periodo en el que se empezaron a comercializar algunas fuentes naturales como el guano de islas y el salitre sódico.

Entonces, ahora que se encara un constante crecimiento de la población mundial, con unas previsiones de que se alcance entre nueve y diez millones de habitantes en el año 2050, queda como principal reto a la agricultura mundial, utilizar las mejores herramientas para garantizar

la seguridad alimentaria de la población es así como los fertilizantes cumplen un rol primordial en esta coyuntura donde la agricultura debe estar en capacidad de proporcionar un mayor número de alimentos, tanto en cantidad como en calidad.

El Perú no ha sido ajeno a este crecimiento, tecnificación e incremento en el uso de fertilizantes, por lo que este trabajo pretende explicar los principales comportamientos, tendencias, datos estadísticos y estrategias en el consumo y uso de fertilizantes en el mundo, nuestra región y más detalladamente en el Perú.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar el mercado de fertilizantes de Perú en la forma de consumo, uso y volúmenes importados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la situación del mercado de fertilizantes en el Perú dentro del contexto global.
- Identificar los principales productos y zonas de consumo de fertilizantes en el Perú.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 IMPORTANCIA DE LOS FERTILIZANTES EN LA AGRICULTURA

En los países en desarrollo, la mayoría de los agricultores activos del sector de producción de alimentos son agricultores de pequeña escala que forman parte de la pobreza rural. La introducción de nuevos sistemas agrícolas y de tecnologías mejoradas es muy importante para ellos, dado que la mejora de la productividad resulta no sólo en más alimentos sino también en más ingresos.

En consecuencia, las actividades agrícolas tienen dos objetivos principales:

1. Suministrar a la población creciente de su país (o también a la de otros países) con las cantidades crecientes de alimentos y de fibras necesarias; y
2. Proveer un ingreso satisfactorio para el agricultor y su familia. Es difícil estimar exactamente la contribución de los fertilizantes minerales al aumento de la producción agrícola, debido a la interacción de muchos otros factores importantes.

Es en este punto donde la tecnología en la agricultura ha involucrado, según la época, el desarrollo de diferentes herramientas para incrementar la productividad agrícola, esta tendencia también ha influenciado en la evolución del mercado de fertilizantes desde el punto de vista del consumo y el desarrollo de fertilizantes más especializados y específicos.

Si bien el suministro de nutrientes en el suelo es amplio y los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos, el suelo no es capaz de cubrir las necesidades nutricionales de los cultivos. Así, si uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando, especialmente si el suelo no cubre las necesidades.

3.2 NUTRIENTES MINERALES ESENCIALES PRESENTE EN LOS FERTILIZANTES.

Según Mengel y Kirkby, 2000, en muchos suelos la velocidad de remoción de los nutrientes por la absorción de los cultivos, lixiviación o desnitrificación, es superior a la de liberación de nutrientes por la mineralización de materia orgánica y la intemperización de los minerales del suelo por lo que se genera un desbalance de nutrientes que deben ser cubiertos por fertilizantes o abonos; es por eso que cuanto más intensiva sea la práctica agrícola sobre un área de suelo el uso de fertilizantes inorgánicos es así casi esencial.

La esencialidad del nutriente está definida por el rol que cumple éste en el proceso de crecimiento de la planta, como que sean necesarios para que la planta cumpla su ciclo de vida, o que su ausencia genere síntomas de deficiencia en la planta o que este elemento tiene rol metabólico en la planta.

3.2.1 Macronutrientes no minerales.

Carbono, hidrógeno y oxígeno

El carbono es absorbido en la forma de CO_2 de la atmósfera y posiblemente en la forma de HCO_3^- de la solución del suelo. La incorporación de carbono está acompañada por la asimilación simultánea de oxígeno, porque no sólo carbono sino CO_2 y HCO_3^- son metabolizados (Mengel y Kirkby, 2000). En el caso del hidrógeno, éste se absorbe en la forma de agua de la solución del suelo o en condiciones de humedad de la atmósfera.

3.2.2 Macronutrientes minerales.

Nitrógeno (N)

Es el macronutriente que se suministra más frecuentemente como fertilizante, ya que la materia orgánica del suelo provee insuficiente cantidad de N para cubrir la demanda de los cultivos. El nitrógeno es absorbido bajo la forma de NO_3^- o NH_4^+ . Es un elemento esencial para el desarrollo del follaje y de la fotosíntesis (Wullschleger y Oosterhuis, 1990 citados por Tirado, 2014).

El nitrógeno incide sobre el crecimiento y desarrollo morfológico de las plantas, la expresión génica y el metabolismo primario y secundario, así como numerosos procesos fisiológicos

tales como la fotosíntesis, respiración de las raíces (Matsumoto y Tamura, 1981; Gifford et al., 2008 citados por Tirado, 2014). Según Tirado (2014) la información relativa a la absorción y translocación por las plantas de fertilizantes nitrogenados aplicados en diferentes momentos y la contribución del nitrógeno a la planta en crecimiento y fructificación es vital para aumentar los rendimientos de los cultivos a través del uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados.

Fósforo (P)

El fósforo es absorbido como ión H_2PO_4^- , es un importante macronutriente para las plantas, involucrado en el control de reacciones enzimáticas y clave por regular las vías metabólicas. El fósforo procede únicamente de la descomposición de la roca madre que tiene lugar durante el proceso de meteorización, y representa alrededor del 0,10% de la corteza terrestre. Las plantas que padecen de deficiencia de fósforo tienen crecimiento retardado, relación de peso seco de la parte aérea a la raíz generalmente baja. Otros efectos de su deficiencia en planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos, así como reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.

Potasio (K)

El potasio es un macro elemento esencial, porque manifiesta su deficiencia en las plantas rápidamente debido a las grandes cantidades con que es requerida por ellas (cuatro tres veces más que el fósforo y casi a la par que el nitrógeno); también se le considera primario por intervenir en las funciones primarias de la planta. Este elemento es absorbido en forma de ion K^+ , aunque en el suelo y los fertilizantes se expresan en K_2O (tomando el nombre de potasa). Este elemento es de movilidad media en el suelo por ser menor a la del nitrógeno, aunque en la planta es de alta movilidad; por lo tanto, se lava en suelos arenosos con baja capacidad de intercambio catiónico (Larriva 2003). Además, el potasio es un nutriente importante en el control de la productividad de los cultivos y la calidad del rendimiento.

Calcio (Ca)

El calcio juega un papel importante en la estructura del suelo, en la mecánica y química del complejo adsorbente y su influencia sobre la capacidad de asimilación de otros elementos considerados esenciales para la planta. El calcio presente en el suelo, aparte del añadido como fertilizante o enmienda, procede de las rocas y de los minerales del suelo, y su contenido total puede variar ampliamente. En su ausencia, la tasa de crecimiento radical será

inmediatamente reducida; luego de algunos días las puntas de la raíz se vuelven castañas y gradualmente mueren. Se le requiere para el elongamiento y división celulares (Mengel y Kirkby, 2000), juega rol esencial en procesos que preservan la integridad estructural y funcional de las membranas vegetales, estabilizan las estructuras de la pared celular, regulan el transporte de iones, así también, regulan las actividades enzimáticas (Tirado, 2014).

Magnesio (Mg)

El magnesio es un elemento químicamente muy activo pero que no aparece por sí solo como elemento libre en la naturaleza, sino que se encuentra ampliamente distribuido en forma mineral. Es componente de la clorofila (centro de la molécula), pigmento verde de las hojas que se encarga de capturar la energía suplida por el sol, para que las plantas verdes puedan llevar a cabo la fotosíntesis (Molina y Meléndez, 2003, citados por Tirado, 2014). La deficiencia de magnesio se presenta como síntomas de decoloración amarillenta intervenal que expande del centro a los bordes, posteriormente podría causar defoliación (Mengel y Kirkby, 2000).

Azufre (S)

El azufre disponible para las plantas es el sulfato SO_4^{2-} ; participa en el fortalecimiento de la estructura vegetal y favorece la resistencia al frío y al ataque de plagas y enfermedades (Beaton et al., 1968 citado por Tirado et al., 2005). Forma parte estructural de las proteínas y constituye los aminoácidos cistina, cisteína y metionina. En las plantas se ha encontrado una estrecha relación entre el estado nutricional del nitrógeno y el del azufre (Rendig et al., 1976; Reuveny et al., 1980, citados por Benavides, 2017).

3.2.3 Microelementos minerales.

Hierro (Fe)

El hierro tiene dos principales características, una alta capacidad para formar complejos con varios ligandos (por ejemplo, ácidos orgánicos y fosfatos) y además la facilidad de cambio de valencia. Estas dos características le permiten al hierro generar numerosos efectos fisiológicos (Kirkby y Volker, 2008). Los primeros síntomas visibles de deficiencia de hierro aparecen como clorosis en las hojas jóvenes.

Cobre (Cu)

El cobre se presenta como Cu^{2+} o como complejo orgánico (Cu-EDTA, por ejemplo), vía radical o foliar. No es muy móvil, aunque puede desplazarse en cierta proporción de las hojas viejas a las jóvenes (Valagro Spa, 2004). El cobre se parece en algo al Fe, debido que forma quelatos altamente estables que permiten la transferencia de electrones ($\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Cu}^+$). Por esta razón, desempeñan un papel comparable al del hierro en los procesos redox de la fisiología de la planta (Kirkby y Volker, 2008). Es un microelemento que participa en muchas enzimas con diversas propiedades (tiroxinasas, lacasas, ascorbioxidasas, mono y diaminoxidasas) son activadas por este elemento químico de la fertilidad, participa en el metabolismo de las proteínas y de los carbohidratos y la síntesis de lignina, un compuesto que causa endurecimiento de los tejidos, además su presencia en la planta puede disminuir el ataque a enfermedades y plagas (Piaggese, 2004, Yáñez, 2002, citados por Tirado, 2014).

Cloro (Cl)

El cloro (Cl^-) es un nutriente vital, está involucrado en las reacciones energéticas de la planta, específicamente en la descomposición química del agua en presencia de la luz solar, y en la activación de varios sistemas enzimáticos (Baudillo, 1969, citado por Tirado, 2014). Presenta gran movilidad dentro de la planta, donde emigra hacia las partes en actividad fisiológica. Se requiere Cl^- para la activación, al menos, de tres enzimas (amilasa, asparagina sintetasa y ATPasa del tonoplasto). El Cl^- tiene efecto sobre la reducción significativa o eliminación de los efectos producidos por al menos 15 enfermedades foliares y radicales en 10 cultivos diferentes. También se admite que el Cl^- favorece la turgencia de la planta, además de actuar como contra-ión de cationes (Tamara, 2016). Los principales síntomas aparecen cuando el contenido es inferior a 2 mg/Kg y se manifiesta debido a que el desarrollo de las raíces se reduce longitudinalmente y engrosan en las zonas apicales. Hojas más pequeñas con manchones cloróticos y necróticos. Clorosis y necrosis generalizada, marchitez de ápices foliares, marchitamiento de la planta (Tamara, 2016).

Boro (B)

El boro es un micronutriente esencial y es absorbido por las plantas principalmente bajo la forma de ácido bórico H_3BO_3 no disociado. Aunque parece que en alguna extensión se absorbe de forma activa, como anión borato $\text{B}(\text{OH})_4^-$ (Tirado, 2014). El boro participa en el transporte de azúcares, lignificación de la pared celular, estructura de la pared celular,

metabolismo de los carbohidratos, metabolismo del ARN, respiración, metabolismo del AIA, metabolismo de los fenoles, función de la membrana, fijación de N_2 , metabolismo de ascorbato y disminución de la toxicidad del Al (Kirkby y Volker, 2008).

Manganeso (Mn)

El manganeso está presente en las plantas principalmente en forma divalente Mn^{2+} . Esta forma de manganeso se combina rápidamente con ligandos orgánicos, en los cuales puede ser rápidamente oxidado a Mn^{3+} y Mn^{4+} . Además, el manganeso desempeña un importante papel en los procesos de redox, tales como en el transporte de electrones en la fotosíntesis y en la desintoxicación de radicales de oxígeno libres (Kirkby y Volker, 2008). Su deficiencia se manifiesta tanto en hojas jóvenes como en aquellas adultas, en forma de clorosis intervenal y una sucesiva formación de manchas necróticas, al principio pequeño y después confluyente (Piaggese, 2004, citado por Tirado, 2014).

Zinc (Zn)

El zinc no se encuentra en grandes cantidades disponibles, pero sin embargo estas resultan suficientes en la mayoría de los suelos y plantas. Cuando algunos suelos presentan deficiencias de zinc, este hecho puede ser consecuencia de su escasez en los materiales parenterales o por su reacción desfavorable. Las plantas que padecen de deficiencia de zinc frecuentemente muestran clorosis en las áreas internervales de las hojas. Estas áreas son de color verde pálido, amarillentas, o uniformemente blancas (Mengel y Kirkby, 2000).

Molibdeno (Mo)

La absorción de molibdeno por las plantas se da en forma de ión molibdato (MoO_4^{2-}) (Mengel y Kirkby, 2000; Piaggese, 2004, citado por Tirado, 2014). El rol del Mo en los procesos biológicos de la planta se basa en la participación de cuatro molibdoenzimas involucradas en las rutas metabólicas de la asimilación de nitrógeno y carbono, y en la utilización de carbohidratos. La deficiencia de molibdeno está asociada con las condiciones de pH bajo. Es importante anotar que de todos los micronutrientes el molibdeno está presente en las plantas en menor concentración ($<1 \text{ mg kg}^{-1}$ de MS), sin embargo, eso es suficiente para suplir adecuadamente la planta (Kirkby y Volker, 2008).

Níquel (Ni)

El níquel forma parte de la enzima ureasa, relacionada con el metabolismo de formación de urea. Dependencia de algunas bacterias (*Rhizobium*) del níquel que se encuentran en relación simbiótica con la planta. Un síntoma de la deficiencia de níquel es la necrosis en las puntas de las hojas (Tamara, 2016).

3.3 TIPOS DE FERTILIZANTES

Los fertilizantes pueden clasificarse de diferentes maneras, sin embargo, en base a la nomenclatura comercial internacional podemos definir los fertilizantes como granulares, solubles y especiales. Dentro de cada uno de estos grupos podemos identificar subgrupos los cuales están agrupados por su contenido nutricional en lo que podemos identificar los nitrogenados, fosfatados, potásicos, microelementos y NPK, que se pueden presentar de cualquiera de las formas antes mencionadas dentro de cada grupo de se puede encontrar fertilizantes que combinan diferentes nutrientes como por ejemplo sulfato de potasio y magnesio o nitrato de calcio.

Los fertilizantes especiales normalmente son mezclas de micronutrientes con N, P o K y que pueden incluir aditivos adicionales para un mejor aprovechamiento de nutrientes en campo como por ejemplo fertilizantes de lenta liberación.

En cuanto a los fertilizantes NPK, estos se pueden presentar mediante mezclas físicas o químicas. Las mezclas físicas implican una mezcla de fertilizantes básicos que son granulados en una máquina mezcladora. La otra forma es química a compactada la cual presenta la formulación NPK en un solo gránulo (monograno).

Entre las mezclas físicas más conocidas en el Perú podemos encontrar 20-20-20 o mezclas específicas para cada cultivo como papa, maíz, café. Estas mezclas son producidas localmente por los importadores de fertilizantes y usan principalmente urea granulada, fosfato diamónico, cloruro de potasio y dependiendo del requerimiento del cultivo se pueden usar otros fertilizantes como fuente de macro- o microelementos. Si hablamos de fertilizantes monogranos, la formulación que más se usa en el Perú es la triple 16.

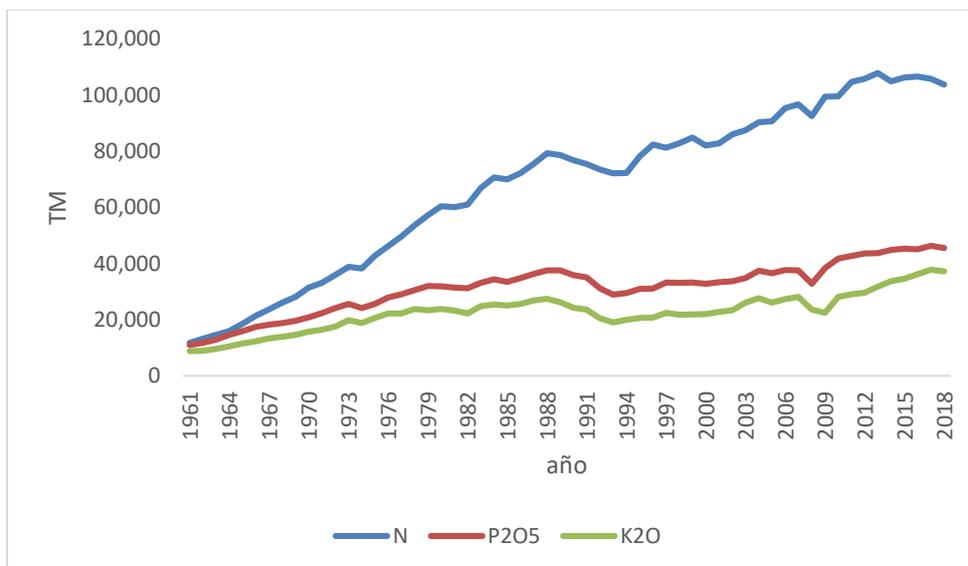
El consumo de NPK aún es bastante bajo en el Perú comparado con otros países, pero se espera que éste se vaya incrementando en las próximas campañas.

Otra forma de clasificar a los fertilizantes es entre los químicos y orgánicos, la agricultura orgánica se está incrementando mucho entre los productores de frutas y hortalizas para exportación lo que ha permitido que se incrementen las opciones de oferta en el mercado, como veremos más adelante la partida arancelaria que considera los fertilizantes de origen animal o vegetal prácticamente se ha duplicado en el volumen de importación en los últimos cinco años.

3.4 DEMANDA MUNDIAL DE FERTILIZANTES

A nivel mundial el consumo de fertilizantes se ha incrementado en 6 veces el consumo que había en 1961 cuando fue que se dio el boom en el consumo de fertilizantes en la agricultura de extensión. Para el análisis del mercado global de fertilizante se realiza mediante el análisis de N, P₂O₅ y K₂O. Como se aprecia en la figura N° 1, el incremento en el consumo de NPK ha mantenido una tendencia positiva desde el inicio de su uso extensivo en 1961, siendo el nitrógeno la principal necesidad nutricional que alcanzó en el 2018 un consumo anual 103 millones de toneladas, bastante más abajo se encuentra el fósforo y potasio con 45 y 37 millones respectivamente en el mismo año.

Se espera que el consumo de fertilizantes siga incrementándose pues como apreciaremos en la Cuadro 1 se espera que la demanda siga creciendo, en el periodo 2021-2024 el consumo en Latinoamérica debe incrementarse en 2.2 millones de TM mientras que el consumo global debe incrementarse en 8 millones durante el mismo periodo. Latinoamérica representará el 13% del consumo global de fertilizantes. Además, cuando analicemos la producción mundial de fertilizantes veremos que habrá una oferta por cubrir pues muchos proyectos de producción de fertilizantes se vienen implementando, además el incremento en la producción y consumo en China le ha dado al mercado de fertilizante un empuje para su sostenibilidad y dinamismo. La tecnificación del agro también influye en la diversificación de productos y permitirá el incremento de la demanda.



Fuente: International Fertilizer Association IFA (2019)

Figura 1: Evaluación histórica de consumo de fertilizantes a nivel mundial

Tabla 1: Proyección de consumo Global y en LATAM de N, P₂O₅ y K₂O para el periodo 2021-2024 (x 1000)

		2021	2022	2023	2024
América Latina	N	9,704	9,932	10,164	10,376
	P ₂ O ₅	8,194	8,454	8,723	8,971
	K ₂ O	8,099	8,333	8,574	8,795
	Total	25,997	26,719	27,462	28,143
Mundial	N	107,291	108,861	109,844	110,842
	P ₂ O ₅	45,853	46,843	47,598	48,327
	K ₂ O	35,874	36,783	37,406	37,969
	Total	189,019	192,487	194,847	197,137

Fuente: International Fertilizer Association IFA (2019)

3.5 PRODUCCIÓN MUNDIAL DE FERTILIZANTES

Como lo mencionamos anteriormente, la producción mundial de fertilizantes tiene una proyección creciente en términos de consumo y producción y esto se refleja en el incremento que se pronostica en los próximos 4 años. El incremento se debe a que los productores planean incrementar su capacidad de producción pues normalmente los productores de fertilizantes planifican su producción en a base a incrementos anuales de producción. Llevar a las unidades productivas a su máxima capacidad de producción inicialmente solo llevaría

a una saturación del mercado por lo que en estos proyectos de inversión es muy importante acompañar el crecimiento del mercado. En los siguientes cuadros podemos apreciar que existirá una sobre oferta de producto para cubrir la necesidad global de N, P₂O₅ y K₂O incluso sin llegar a la máxima capacidad de producción.

Esta situación llevará a que el mercado se vuelva más competitivo y que los productores estén mucho más interesados en promover el uso de fertilizantes. Es por eso que en la actualidad se ve a Latinoamérica como una región con mucho potencial para el consumo de estos insumos debido a que su proceso tecnológico en términos de manejo de fertilización cultivo aún está en crecimiento y con un mercado potencial bastante más alto del consumo actual.

Se espera que el potasio sea el insumo que presente el mayor balance de sobreproducción para el 2024 por lo que habrá una gran presión en los mercados para el crecimiento en el uso de este insumo. Para el 2024 se proyecta tener una sobreproducción de potasio de 11 millones de toneladas que representa 35% más que la demanda en Latinoamérica para el mismo año.

Tabla 2: Balance del pronóstico global de consumo y producción de N, 2020-2024

Pronóstico del balance de Oferta-Demanda por Región Nitrógeno						
Región	TM N	2020	2021	2022	2023	2024
Total Mundial	Capacidad (Ammonia)	183.2	186.6	187.8	189.2	190.6
Total Mundial	Total oferta (Ammonia)	157.8	162.0	164.3	166.2	167.3
Total Mundial	Total Demanda, incl.	143.9	147.0	149.5	151.4	153.1
Total Mundial	* <i>Demanda fertilizantes</i>	105.7	106.7	108.4	109.6	110.6
Total Mundial	* <i>Otras demandas</i>	38.2	40.3	41.1	41.8	42.4
Total Mundial	Balance potencial	13.9	15.0	14.8	14.7	14.3
Mundial Total	Balance % de oferta	8.8%	9.3%	9.0%	8.9%	8.5%

Fuente: International Fertilizer Association IFA 2019

Tabla 3: Balance del pronóstico global de consumo y producción de P₂O₅, 2020-2024

Pronóstico del balance de Oferta-Demanda por Región Ac. Fosfórico						
Región	TM P₂O₅	2020	2021	2022	2023	2024
Total Mundial	Capacidad (PA)	57.6	59.0	60.2	61.5	64.4
Total Mundial	Oferta Total (PA)	47.1	48.8	50.3	51.4	52.8
Total Mundial	Demanda Total, incl.	45.8	46.6	47.6	48.3	49.1
Total Mundial	* Demanda fertilizantes	39.3	39.8	40.6	41.3	41.9
Total Mundial	* Otras demandas	6.6	6.8	6.9	7.0	7.2
Total Mundial	Balance potencial	1.3	2.2	2.7	3.1	3.7
Mundial Total	Balance % de oferta	2.7%	4.6%	5.4%	6.0%	7.0%

Fuente: International Fertilizer Association IFA 2019

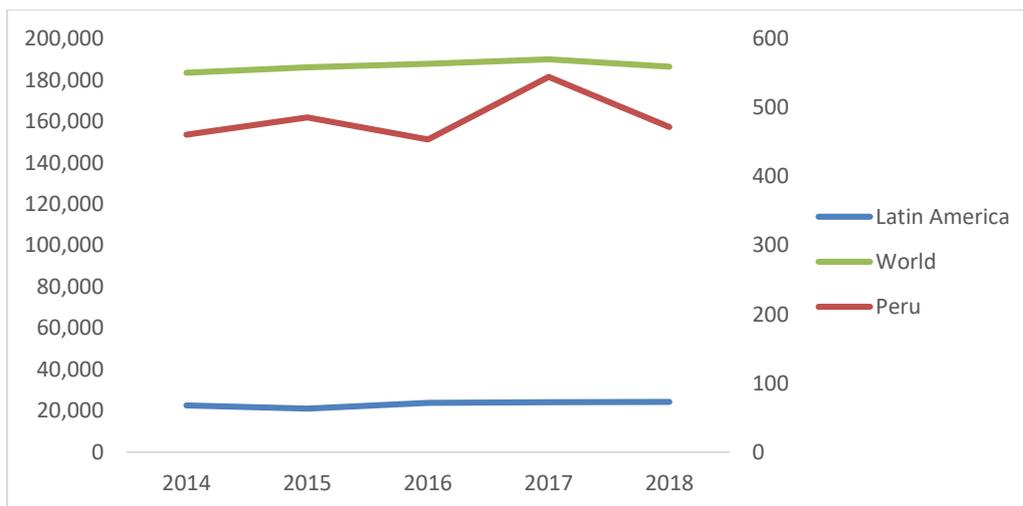
Tabla 4: Balance del pronóstico global de consumo y producción de K₂O, 2020-2024

Pronóstico del balance de Oferta-Demanda por Región Potasio						
Región	TM K₂O	2020	2021	2022	2023	2024
Total Mundial	Capacidad	63.2	63.7	63.9	66.8	69.4
Total Mundial	Total oferta	49.3	52.0	52.8	54.7	56.0
Total Mundial	Total Demanda, incl.	40.9	41.7	42.7	43.5	44.2
Total Mundial	* Demanda fertilizantes	35.1	35.7	36.7	37.3	37.9
Total Mundial	* Otras demandas	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3
Total Mundial	Balance potencial	8.4	10.3	10.1	11.2	11.8
Mundial Total	Balance % de oferta	17.1%	19.9%	19.1%	20.5%	21.0%

Fuente: International Fertilizer Association IFA 2019

3.6 EL PERÚ EN EL CONTEXTO GLOBAL

El Perú consume un total de N, P₂O₅ y K₂O de 470 mil TM al año, que representa el 0.26% del consumo global aproximadamente y casi 2% en Latinoamérica. Además, tenemos el consumo promedio de NPK por hectárea más bajo de la región junto con México. Países como Colombia, Ecuador o Chile nos duplican.



Fuente: International Fertilizer Association IFA 2019

Figura 2: Consumo total de N, P₂O₅ y K₂O; TM (x 1000)

Tabla 5: Consumo total de N, P₂O₅ y K₂O x (x 1000)

Región	2014	2015	2016	2017	2018	Superficie cultivada aprox./ha (x 1000)	Consumo promedio kg/ha
Mundial	183,584.90	186,225.70	187,910.10	190,064.30	186,564.80	1,600,00	116.60
Latino América	22,517.70	21,018.10	23,812.50	24,148.20	24,366.80	168,000	145.04
Brasil	14,018.90	13,095.70	15,068.00	15,355.50	15,507.10	65,000	238.57
México	2,143.70	2,002.30	2,239.60	2,331.70	2,296.30	15,000	153.09
Colombia	871.30	1,015.00	972.50	1,002.90	951.20	4,000	237.80
Perú	461.10	485.80	453.90	544.70	472.20	3,500	134.91
Chile	423.80	432.40	426.10	441.40	451.80	1,200	376.50
Ecuador	370.40	336.60	400.40	353.20	480.60	2,000	240.30

Fuente: International Fertilizer Association IFA (2019)

3.7 CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ

Debido a la atomización de las unidades agrícolas en nuestro país, con el 73% de la parcela con un área menor a 5 hectáreas (tabla 6), el sector agrícola en el Perú también requiere de un sistema de distribución de insumos y servicios que pueda abarcar esta estructura de mercado. Además, se tiene que considerar las dificultades en cuanto a infraestructura vial y urbana que no permite una distribución y cobertura completa del sector.

Tabla 6: Número de unidades agropecuarias por tamaño de unidad agropecuaria y según región natural 1994-2012

Región	Número de Unidades Agropecuaria				Estructura Porcentual	
	Total	De 0.1 a 5 ha	De 5.1 a 50 ha	De 50.1 ha a más	Total	De 0.1 a 5 ha
1994	1764 666	1290 454	427 016	47 196	100,0	100,0
Costa	253 064	199 719	51 824	1 521	14,3	15,5
Sierra	1216 576	955 563	231 560	29 453	68,9	74,0
Selva	295 026	135 172	143 632	16 222	16,7	10,5
2012	2 213 506	1810 962	360 773	41 771	100,0	100,0
Costa	350 500	296 398	52 068	2 034	15,8	16,4
Sierra	1407 032	1230 593	151 215	25 224	63,6	68,0
Selva	455 974	283 971	157 490	14 513	20,6	15,7

Nota: Considera los productores agropecuarios con tierra.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Informática - IV Censo nacional Agropecuario 2012

Es por eso que el modelo de distribución de insumos agrícolas en el Perú se ha establecido bajo 2 canales de venta. El canal directo está enfocado en atender a los agroexportadores y agroindustriales y el canal horizontal atiende a través de distribuidores y mayoristas a nivel nacional. Existen distribuidores de cobertura nacional, regional y con presencia específica en cada valle o zona. El canal de venta directo (agroindustrias), consume principalmente fertilizantes solubles y granulares básicos mientras que el canal de venta horizontal está enfocado a los granulares y soluble genéricos como urea, fosfato diamónico, sulfato de amonio etc.

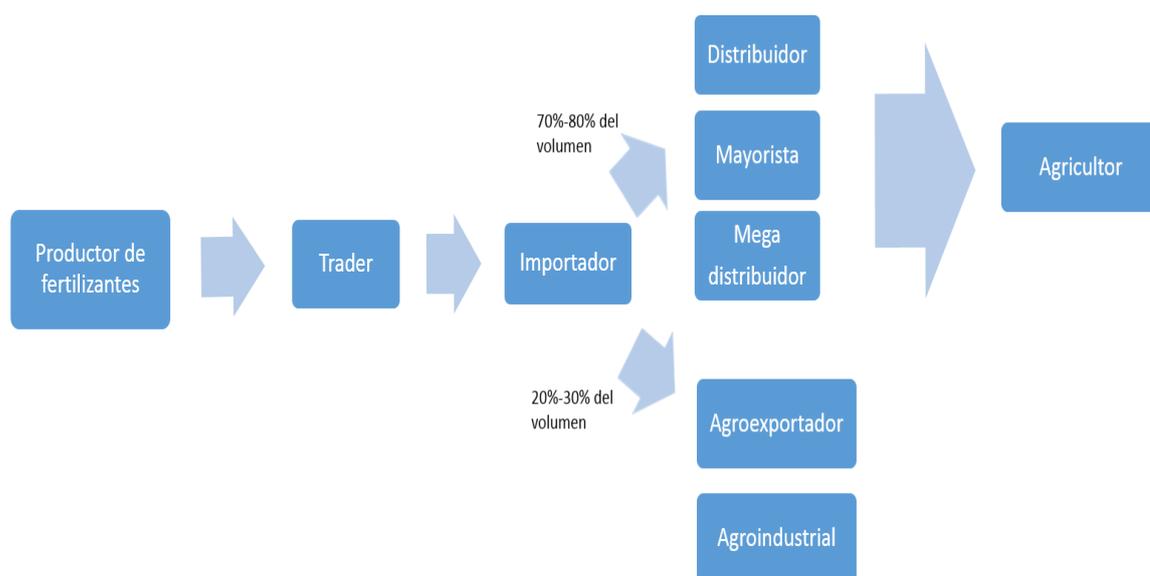


Figura 3: Esquema de comercialización de fertilizantes

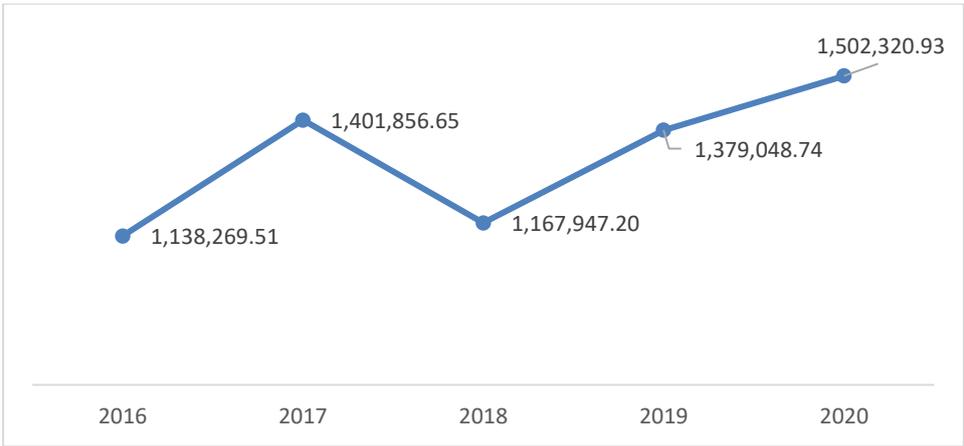
En el último censo agropecuario 2012 se identificó que solo 11% de agricultores aplican suficiente cantidad de fertilizantes para cumplir con los requerimientos de sus cultivos, lo cual valida el bajo promedio de aplicación de fertilizantes por hectárea que hay en el Perú comparado con otros países de la región. Si relacionamos la información anteriormente señalada al 2018 (Table 5) con la del 2012 podemos percatarnos que aún no se ha podido avanzar mucho en la práctica de fertilización.



Figura 4: Productores que aplican fertilizantes químicos.

3.8 EVOLUCIÓN DE LA IMPORTACIÓN DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ

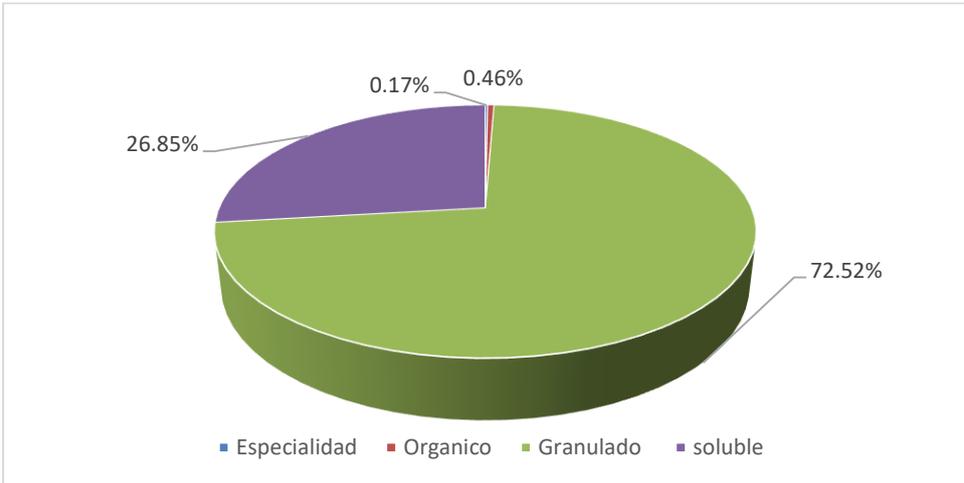
Las importaciones de fertilizantes han presentado un incremento en los 3 últimos años (2018-2020) pasando de 1.1 millones a 1.5 millones de TM, esto representa un crecimiento del 36%. Además, el mercado mantiene la tendencia mostrada en el censo del 2012 donde ya se había reportado que el uso de fertilizantes químicos había subido en 50% en referencia al total de número de productores agropecuarios frente al que se registró en el III Censo de 1994. Este crecimiento ha sido principalmente impulsado por las nuevas áreas agrícolas para agroexportación bajo fertirrigación y riego por gravedad como los frutales, además las empresas comercializadoras también están teniendo una importante participación en este crecimiento promoviendo el consumo de estos productos. No debemos olvidar que existe una necesidad desde el extranjero por parte de los productores de fertilizantes por colocar mayor cantidad de producto cada año.



Elaboración propia- Veritrade

Figura 5: Importaciones de fertilizantes 2016-2020 TM

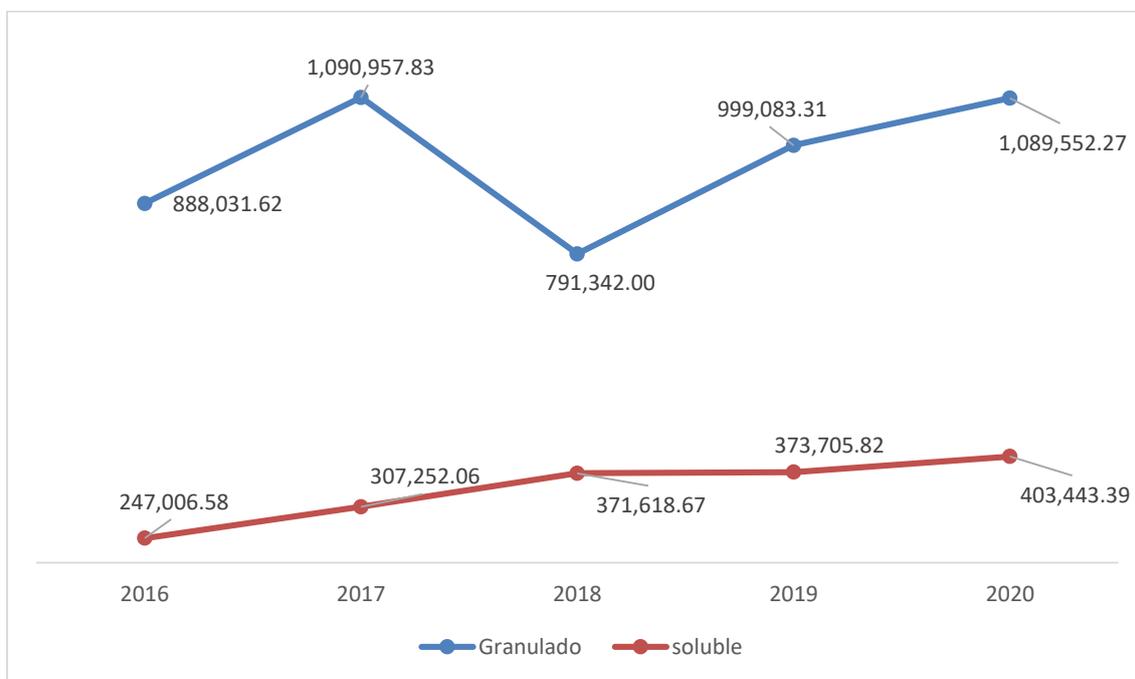
Si clasificamos el mercado por tipo de fertilizantes como granulados, solubles, especiales y orgánico tenemos el 72% de las importaciones siguen siendo de productos granulados y el 26.85% de solubles. A pesar que los fertilizantes especiales y orgánicos aún representan una pequeña parte del mercado 0.17% y 0.46% respectivamente, apreciaremos que su crecimiento en los últimos 5 años ha sido exponencial. Esto se debe principalmente al establecimiento de la agricultura orgánica para exportación y de los cultivos de alto valor en el mercado donde los agricultores no escatiman en invertir con productos de especialidad.



Elaboración propia- Veritrade

Figura 6: Cuota de mercado (%) por tipo de producto, año 2020

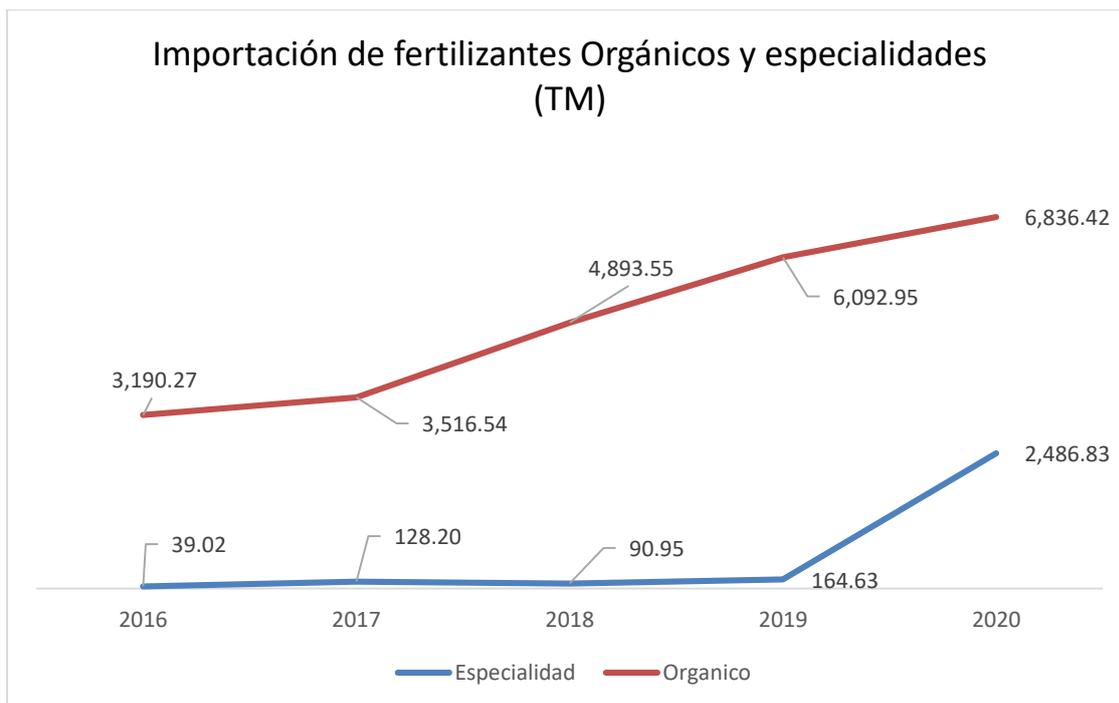
El crecimiento del área bajo fertirrigación también se refleja en el incremento en el volumen de importación de fertilizantes solubles durante los últimos 5 años. Si bien el mercado total ha crecido en todos los niveles de consumo, podemos apreciar que los fertilizantes solubles han presentado un crecimiento de 63% mientras que los granulados crecieron en 22 %.



Elaboración propia- Veritrade

Figura 7: Importación de fertilizantes granulados y solubles en TM

Con respecto a los nichos de mercado como los fertilizantes especiales o productos orgánicos, se ha identificado un crecimiento interesante en los últimos 5 años lo que confirma un crecimiento de este tipo de agricultura. Además, a las 6,800 TM de fertilizantes reportados en las partidas de fertilizantes de origen vegetal o animal debemos sumar el abastecimiento local de guano de isla que según reporte del Midagri asciende a 25,000 TM anuales.



Elaboración propia- Veritrade

Figura 8: Importación de fertilizantes orgánicos y especialidades

3.9 PRINCIPALES PRODUCTOS IMPORTADOS EN EL PERÚ

Si analizamos las importaciones por producto, podemos observar un interesante crecimiento de los fertilizantes potásicos especialmente de los solubles como el nitrato y sulfato de potasio donde casi duplicaron su volumen en los últimos 5 años. Otro fertilizante que ha incrementado su consumo de forma constante ha sido el nitrato de potasio, principalmente para las agroindustrias.

La urea mantiene su consumo con un volumen aleatorio. Al ser el producto con mayor volatilidad de precio, su demanda es afectada directamente.

En cuanto a los fosforados, ha habido un incremento en el consumo de fosfato monoamónico soluble. Hasta el 2016 la fuente de fósforo en fertirriego era el ácido fosfórico. Sin embargo, a pesar de que este producto ha mantenido su volumen de demanda anual, el crecimiento de fosfato monoamónico permite suponer que hay una tendencia al uso de este producto habiendo cuadruplicado su volumen de importación en los últimos cinco años.

Tabla 7: Importación de fertilizantes por producto en TM 2016-2020

Producto/Año	2016	2017	2018	2019	2020
Granulados					
Azufre	13,946.12	13526.14	11,293.97	12,168.94	27,263.66
Cloruro de potasio granular	61,731.11	114,301.63	101,268.18	65,749.76	118,596.27
Fosfato diamónico	189,005.49	217,481.02	173,993.57	189,728.16	148,385.34
Fosfato monoamónico granulado	4,715.86	17,656.39	12,289.00	8,756.39	13,754.41
Nitrato de amonio	118,303.61	148,766.36	162,497.69	157,062.41	178,970.92
NPK	14,811.73	30,600.18	32,853.05	31,605.26	39,518.93
Sulfato de amonio	227,228.05	234,807.24	196,732.10	264,42.57	238,240.01
Sulfato de potasio y magnesio	16,264.04	44,028.06	0.04	15,30.64	29,231.42
Sulfato de potasio granular	12,439.27	18,665.11	16,296.21	11,048.56	28,007.91
Superfosfatos	3,781.43	---	---	--	--
Urea	358,054.64	413,341.66	257,909.85	412,417.97	373,817.97
Solubles					
Ácido fosfórico Agro	18,385.81	22,749.79	25,294.21	23,790.75	24,163.11
Cloruro de potasio soluble	18,045.90	15,833.62	26,518.90	19,594.98	11,224.10
Fosfato monoamónico soluble	4,727.51	11,345.94	22,515.48	22,367.06	21,114.17
Fosfato monopotásico agrícola	1,332.21	1,233.10	1,254.51	1,203.12	1,660.19
Sulfato de magnesio	29,200.00	26,400.00	37,240.00	33,770.00	52,700.00
Nitrato de calcio	19,412.14	27,351.08	29,526.13	36,783.70	48,223.24
Nitrato de magnesio	3,144.88	5,732.50	6,224.84	7,753.12	11,333.89
Nitrato de potasio	24,079.42	27,811.14	35,744.25	33,986.45	41,282.39
Sulfato de potasio soluble	34,137.44	43,624.42	53,741.32	65,882.40	57,954.83
Sulfato de zinc agrícola	5,437.60	2,804.09	8,299.36	5,281.83	7,516.55
Productos especiales					
Abonos de origen animal o vegetal	3,109.27	3,516.54	4,893.55	6,092.95	6,836.42
Especialidad	39.02	128.2	90.95	164.63	2,488.83
Total	1,152,213.61	1,415,380.77	1,179,239.15	1,391,215.65	1,529,582.57

Elaboración propia- Veritrade

3.9.1 Tratamiento arancelario de los fertilizantes en el Perú

Tabla 8: Tratamiento arancelario por subpartida nacional

Producto	Partida arancelaria	Ad Valorem %	IGV %	Imp. Promoción municipal %
Abonos de origen animal o vegetal	3101009000	0	0	0
Ácido fosfórico Agro	2809201000	0	16	2
Azufre	2503000000	0	16	2
Cloruro de potasio granular	3104202000	0	0	0
Cloruro de potasio soluble	3104202000	0	0	0
Especialidad	3104209000	0	16	2
Fosfato diamónico	3105300000	0	0	0
Fosfato monoamónico granulado	3105400000	0	0	0
Fosfato monoamónico soluble	3105400000	0	0	0
Fosfato monopotásico agrícola	2835240000	0	16	2
Nitrato de amonio	3105510000	0	0	0
Nitrato de calcio	3102600000	0	0	0
Nitrato de magnesio	2834291000	0	16	2
Nitrato de potasio	2834210000	0	0	0
NPK	3105200000	0	0	0
Sulfato de amonio	3102210000	0	0	0
Sulfato de Magnesio	2833210000	0	0	0
Sulfato de potasio granular	3104300000	0	0	0
Sulfato de potasio soluble	3104300000	0	0	0
Sulfato de potasio y magnesio	3104901000	0	0	0
Sulfato de zinc agrícola	2833296000	0	16	2
Superfosfatos	3103100000	0	0	0
Urea	3102101000	0	0	0

Elaboración propia-Aduanas del Perú

3.10 PRINCIPALES ZONAS DE DESCARGA Y CONSUMO DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ

La revisión de los puertos de descarga nos permite identificar cuáles son las regiones que pueden tener un crecimiento en la demanda de fertilizantes.

Tabla 9: Importación de fertilizantes por puerto de descarga en TM 2016-2020

Puerto de descarga/año	2016	2017	2018	2019	2020
Marítima del Callao	301,698.03	381,835.52	361,791.43	387,797.90	453,362.90
Salaverry	345,762.94	390,038.86	296,202.43	344,033.90	353,056.60
Paita<	275,678.21	310,238.76	287,934.22	358,167.67	387,525.31
Mollendo – Matarani	143,825.53	220,621.35	155,446.15	199,400.77	217,635.77
Pisco	89,438.88	11,814.14	78,150.03	104,705.85	119,075.58
Tumbes	104.36	233.87	1,648.43	440.34	100.93
Desaguadero	--	--	--	575.12	1,113.87
Tacna	30.86	58.11	2.81	0.80	110.84
Total	1,156,538.80	1,417,840.61	1,181,175.49	1,395,122.35	1,531,981.81

Elaboración propia- Veritrade

IV. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

4.1 ESTUDIO DE MERCADO DE NEGOCIO DE FERTILIZANTES EN EL PERÚ

4.1.1 Análisis de la demanda.

a) Demanda actual

La demanda actual la podemos observar en la tabla 6 la cual nos muestra que el principal volumen importado corresponde a urea agrícola con 373,000 TM en el 2020 seguido de otros dos nitrogenado como el sulfato de amonio y nitrato de amonio con 238,000 TM y 178,000 respectivamente en el mismo año.

En los fosfatados la principal fuente de este elemento es el fosfato diamónico con 148,000 TM. Sin embargo, muy poca importación de fosfato monoamónico granulado con solo 13,000 TM.

La principal fuente de potasio es el cloruro de potasio; sin embargo, podemos observar que el consumo de sulfato de potasio ha crecido mucho en los últimos años, esto debido principalmente a la mayor demanda de este último fertilizante de forma soluble para fertirrigación en la costa peruana.

b) Proyección de la demanda

Utilizando la información de las importaciones del periodo 2016-2020 (tabla 7), se utilizó un modelo de regresión lineal simple que nos dio la ecuación $y = 73,057 X + 1,000,000$ que fue la que utilizamos para hacer la proyección de la demanda.

Tabla 10: Proyección de la demanda 2021-2025 TM

Año	2021	2022	2023	2024	2025	Crec. 2021-2025
TM	1,438,342	1,511,399	1,584,456	1,657,513	1,730,570	
Crecimiento	-6%	5%	5%	5%	4%	20%

Se pronostica un crecimiento del 2020 al 2025 del 20%, lo cual representa una disminución del 12% contra el último quinquenio que fue de 32% entre 2016-2020. Pero nos permite suponer primero que el consumo de fertilizantes seguirá aumentando pero también que el mayor crecimiento de esta demanda se va a dar en los fertilizantes solubles para fertirrigación y especialidades que son los productos que han presentado mayor evolución en las importaciones pero además esto es principalmente porque son usado por agroexportadores y agroindustriales, sector que justifica su crecimiento en el consumo de insumos en la conversión de riego por gravedad a riego por goteo pero además por los nuevos proyectos de irrigación que se han establecido y que están actualmente implementando mayores y nuevas áreas pero donde encontramos también cultivos perennes jóvenes que van a aumentar su demanda de nutrientes. Es posible que se disminuya el consumo de NPK simples como Urea, DAP o KCl por fertilizantes NPK producto de mezclas físicas y químicas como se da en países con mayor tecnología agrícola como Brasil, Argentina, Colombia.

c) Demanda potencial

Basados en el requerimiento teórico de cada cultivo y tomando el área de siembra de los principales cultivos sembrados en el Perú, se ha elaborado un cuadro de estimación de la demanda potencial de N, P₂O₅ y K₂O que se podría tener en el Perú.

Cabe mencionar sobre la tabla 10, el IFA calcula que en el 2018 la demanda potencial de NPK en el Perú fue de 472,000 MT en total de estos 3 nutrientes en un área de 3.5 millones de hectáreas. Según la estimación realizada en este punto, el Perú podría consumir 1,08 millones de MT de NPK en un área de 2,97 millones de hectáreas. Si bien esta estimación puede resultar muy ambiciosa como mercado potencial, puede mostrarnos que en el Perú hay mucho espacio para mejorar nuestras prácticas de fertilización y consumo de fertilizantes.

Tabla 11: Determinación de la demanda potencial de N, P₂O₅ y K₂O para cultivos extensivos en Perú

	Promedio Hectáreas campañas 2016-2020	Requerimiento NPK por ha			Requerimiento total de NPK		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Arroz	428,985.90	200	60	60	85,797.18	25,739.15	25,739.15
Papa	328,050.70	128	53	240	41,990.49	17,386.69	78,732.17
maíz amarillo	265,866.30	220	220	100	58,490.59	58,490.59	26,586.63
maíz amiláceo	203,915.00	175	22	118	35,685.13	4,486.13	24,061.97
Cebada	132,875.70	52	48	48	6,909.54	6,378.03	6,378.03
Trigo	124,382.40	130	70	90	16,169.71	8,706.77	11,194.42
Yuca	108,987.90	64	21	100	6,975.23	2,288.75	10,898.79
Frijol Grano	72,172.70	76	12	78	5,485.13	866.07	5,629.47
Quinoa	67,286.50	100	80	70	6,728.65	5,382.92	4,710.06
Haba Grano	54,996.20	100	50	50	5,499.62	2,749.81	2,749.81
Arveja grano	46,399.30	100	50	50	4,639.93	2,319.97	2,319.97
maíz choclo	40,737.70	160	80	80	6,518.03	3,259.02	3,259.02
Arveja grano	34,758.50	100	50	50	3,475.85	1,737.93	1,737.93
Olluco	27,456.80	160	60	160	4,393.09	1,647.41	4,393.09
Cebolla	16,734.70	200	80	100	3,346.94	1,338.78	1,673.47
Camote	15,694.40	175	30	290	2,746.52	470.83	4,551.38
Algodón	13,607.50	210	100	200	2,857.58	1,360.75	2,721.50
Ajo	8,443.40	200	80	100	1,688.68	675.47	844.34
Zapallo	7,564.80	200	100	120	1,512.96	756.48	907.78
Zanahoria	7,500.80	80	-	-	600.06	0.00	0.00
Tomate	5,490.50	200	120	180	1,098.10	658.86	988.29
Alfalfa	172,000.00	120	130	120	20,640.00	22,360.00	20,640.00
ají	4,565.70	180	80	100	821.83	365.26	456.57
Paprika	4,504.90	180	80	100	810.88	360.39	450.49
Total	2,192,978.30				324,881.70	169,786.04	241,624.30

Nota: Bertsch, F. (2009), Ugás, R. (2000), Heros, E. (2013), García, G. (2013), Alvarado, R. (2009), Ministerio de desarrollo agrario y riego (2019).

Tabla 12: Determinación de la demanda potencial de N, P₂O₅ y K₂O para cultivos de agroexportación en Perú

	Área sembrada, hectáreas 2019	Requerimiento de NPK por ha			Requerimiento total de NPK		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Café	359,508.00	250	40	180	89,877.00	14,380.32	64,711.44
Cacao	130,378.00	100	140	100	13,037.80	18,252.92	13,037.80
Palto	42,788.00	82	23	174	3,508.62	984.12	7,445.11
espárragos	31,753.00	210	120	154	6,668.13	3,810.36	4,889.96
Uvas	32,408.00	170	26	183	5,509.36	842.61	5,930.66
Naranjas	26,017.00	80	12	80	2,081.36	312.20	2,081.36
Mango	29,600.00	24	4.5	33	710.40	133.20	976.80
Limón	25,840.00	50	15	50	1,292.00	387.60	1,292.00
Olivo	21,386.00	11	15	15	235.25	320.79	320.79
Mandarina	12,429.00	162	39	371	2,013.50	484.73	4,611.16
Alcachofas	7,028.00	160	80	160	1,124.48	562.24	1,124.48
Arándanos	14,000.00	187	117	275	2,618.00	1,638.00	3,850.00
Jengibre	3,498.00	65	45	65	227.37	157.41	227.37
Fresas	1,323.00	14	4.2	5	18.52	5.56	6.62
Bananos	15,000.00	180	20	500	2,700.00	300.00	7,500.00
Caña de azúcar	85,000.00	180	30	300	15,300.00	2,550.00	25,500.00
Palma aceitera	90,000.00	60	10	80	5,400.00	900.00	7,200.00
Total	929,975.00				152,321.78	46,022.06	150,705.55

Nota: Dávila, E. y Estela, M. (2016), Bertsch, F. (2009), Ugás, R. (2000), Alvarado, R. (2009), Ministerio de desarrollo agrario y riego (2019)

4.1.2 Análisis de la oferta

a) Oferta actual

Podemos considerar que la oferta actual local es igual a la demanda actual pues son los fertilizantes que están disponibles en el mercado local luego de ser importados.

b) Proyección de la oferta

Debido a que Perú no es un productor de fertilizantes se tomó como referencia la proyección de N, P₂O₅ y K₂O como oferta de fertilizantes a nivel global.

Tabla 13: Proyección de la oferta de N, P₂O₅ y K₂O en millones de TM

Producto	2020	2021	2022	2023	2024
N	157.8	162	164.3	166.2	167.3
P ₂ O ₅	47.1	48.8	50.3	51.4	52.8
K ₂ O	49.3	52	52.8	54.7	56
Total	254.2	262.8	267.4	272.3	276.1
Crecimiento		3%	2%	2%	1%

4.1.3 Plan de marketing

a) Producto

Los cultivos anuales y permanentes para desarrollarse óptimamente y producir excelentes cosechas, además de C, H, O requieren los elementos minerales como NPK llamados macroelementos primarios; Ca, Mg y S llamados macroelementos secundarios y los llamados microelementos (Villagarcía et al 2014). Siendo los macroelementos primarios los más escasos en el suelo. Es por eso que un portafolio de productos debe contener varias fuentes de NPK principalmente para acompañar la demanda de otros productos como los macroelementos secundarios y los microelementos. Es importante tener en portafolio urea, fosfato diamónico, cloruro de potasio como fuentes principales y más usadas de macroelementos primarios, sin embargo, cada vez más los agricultores están dispuestos a probar nuevas alternativas de fertilización que puedan complementar sus aplicaciones principales de NPK en busca de un beneficio económico y técnico. En el análisis de la tabla 6 podemos observar como la importación de nitrato de amonio ha aumentado significativamente en los últimos años pasando de 118 mil TM en el 2016 a 178 mil TM en el 2020 por lo que es un producto que debe estar dentro la oferta brindada a los agricultores. Otro producto que ha incrementado su importación considerablemente y con esto su consumo en el país son los fertilizantes granulados NPK pasando de 14 mil TM a 39 mil TM, esto permite una aplicación uniforme de los nutrientes además de un ahorro en los costos de aplicación por lo que podemos considerarlo como un avance técnico en el consumo de fertilizantes en el mercado peruano. Con respecto a los fertilizantes soluble, el crecimiento ha sido sostenible en todos los productos por lo que la demanda de estos se está viendo incrementa de manera sostenida debido principalmente a los avances de la implementación del riego tecnificado en nuevas áreas o en campos que cambiaron del riego por gravedad, todo esto impulsado por el crecimiento del sector agroindustrial y agroexportación que se enfoca en cultivos de exportación con un manejo técnico más intensivo. Así, se observa en

la tabla 6 que los crecimientos más importantes se han dado en el fosfato monoamónico soluble, nitrato de calcio y sulfato de magnesio, lo que no permite confirmar la importancia de los macroelementos secundarios como magnesio y calcio en el manejo nutricional de las plantas. Estos productos deben estar en el portafolio de cualquier empresa importadora de fertilizantes.

Las especialidades merecen una mención especial pues no son producto de volúmenes muy elevados, pero en los últimos años han incrementado significativamente su importación. Además, dentro de los productos ya mencionados como genéricos podemos generar líneas de productos especializados. Durante los años de experiencia profesional se pudo observar e identificar un crecimiento en la producción de cultivos orgánicos de exportación como Arándanos, Palto, mango, banano, cacao, café entre otros, que no tenían fuentes minerales de nutrientes que garanticen una rápida disponibilidad de los nutrientes. Es por eso que introdujo al mercado fertilizantes minerales con certificación orgánica como sulfato de potasio granular y soluble, sulfato de magnesio granular y soluble y fuentes naturales de nitrógeno con contenido mayores al 10% en promedio. Además, estos fertilizantes generan una alta rentabilidad para el distribuidor y una opción de calidad para el agricultor. Entre los productos que tuvieron gran aceptación en el mercado están Hortisul (sulfato de potasio soluble orgánico), Epsotop (S de magnesio heptahidratado orgánico) y Esta Kieserita alemana.



Figura 9: Productos con gran aceptación en el mercado

Todos los productos mencionados obtuvieron una carta de equivalencia de cumplimiento orgánico por parte de Control Unión lo que permitió que se comercialicen para agricultura orgánica cubriendo la demanda insatisfecha de fertilizantes solubles para producción orgánica bajo riego tecnificado y de granulares para cultivos de secano o riego por gravedad.

b) Precio

Los precios de los fertilizantes no son estables ya que son productos “commodities” los cuales dependen de otros factores para la determinación del precio internacional. Como referencia podemos establecer que en los productos granulados NPK los márgenes de ganancia están entre el 1-5%, en los solubles en 10% y las especialidades pueden ir entre 20-40% dependiendo de los resultados y posicionamiento en el mercado. Estos márgenes se establecen sobre el producto importado y embolsado. Los costos los analizaremos más adelante.

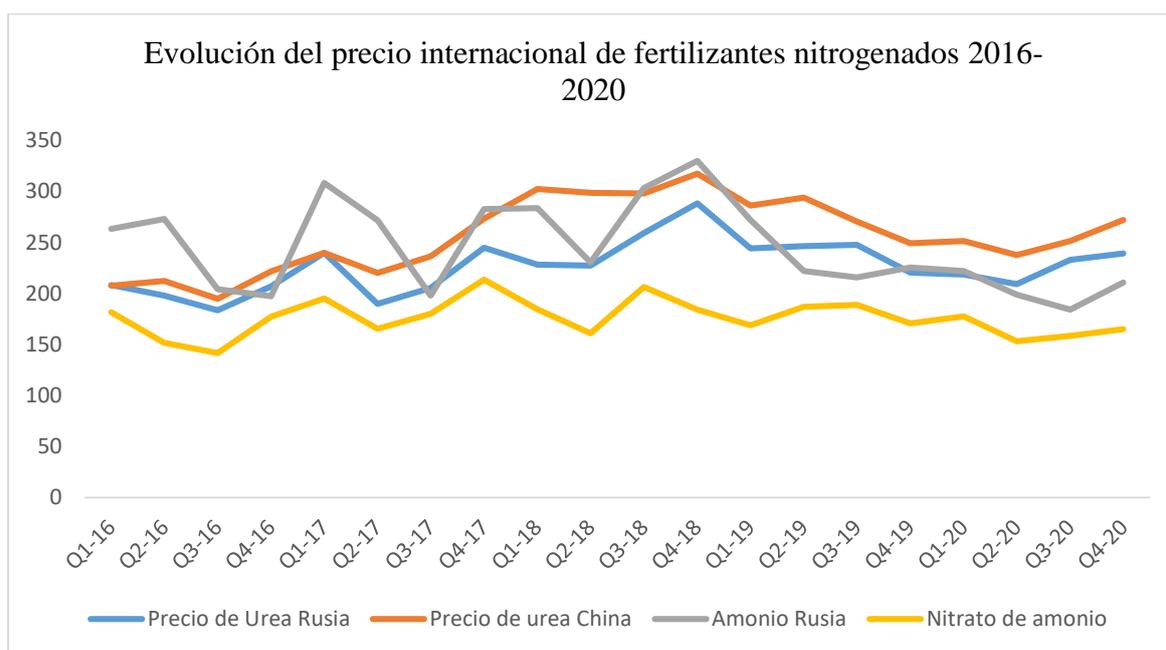


Figura 10: Evolución del precio internacional de fertilizantes nitrogenados 2016-2020

En la figura 10 podemos apreciar la fluctuación constante de precio de los productos nitrogenados, especialmente del amonio que termina siendo la materia prima para la producción de los fertilizantes con N.

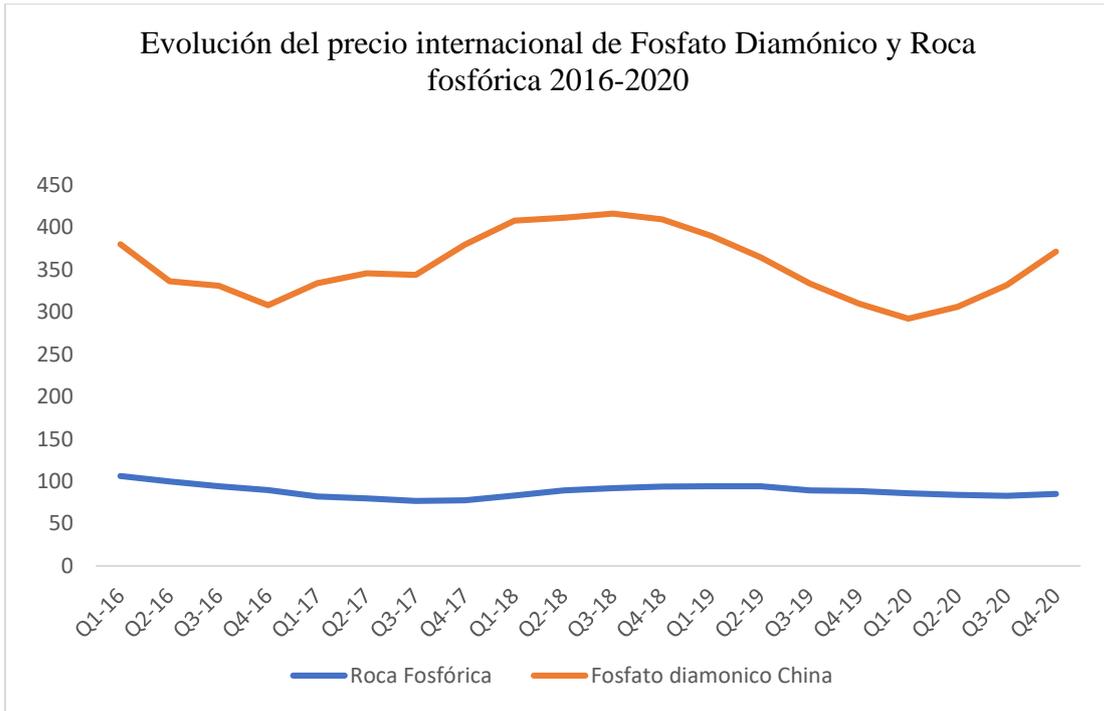


Figura 11: Evolución del precio internacional de fosfato diamónico y roca fosfórica 2016-2020

En la figura 11 la fluctuación del fosfato diamónico y roca fosfórica es mucho más estable que lo que ocurre con el nitrógeno.

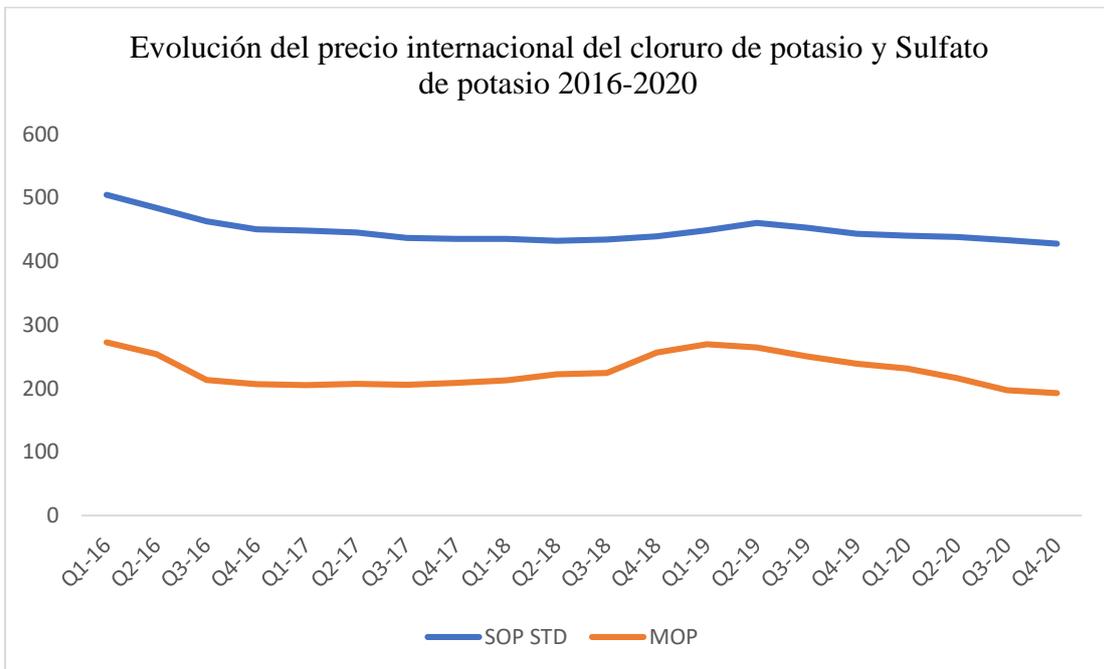


Figura 12: Evolución del precio internacional del cloruro de potasio y sulfato de potasio 2016-2020

La producción y abastecimiento de potasio a nivel global es mucho más limitada que el fósforo y nitrógeno por lo que su precio permanece mucho más estable a lo largo del tiempo.

c) Plaza

Como se observa en la tabla 7, los 5 principales puertos de descarga de fertilizantes en el país se encuentran distribuidos a lo largo del litoral peruano con el fin de asegurar la cobertura de todas las regiones del país. Las empresas de fertilizantes suelen colocar sus principales almacenes muy cerca al puerto con la finalidad de tener acceso rápido a los puertos y que los clientes puedan recoger sus productos de lugares con fácil acceso. Dependiendo del canal al que se atienda la condición de venta puede incluir el producto puesto en el almacén del cliente o del proveedor. Normalmente las empresas agroindustriales y agroexportadoras solicitan el producto puesto en su almacén donde además el transporte debe cumplir con todas las exigencias que seguridad e inocuidad que el cliente requiere para su ingreso al almacén. Para el canal de venta directa o distribuidores y mayoristas, el cliente suele recoger el producto del almacén del vendedor.

Además, se debe tener una estructura comercial que garantice la cobertura de todas las zonas agrícolas del país por lo que dependiendo del tamaño de la empresa podemos encontrar la siguiente estructura base:

Un representante comercial y un representante técnico por cada zona.

Tabla 14: Cobertura comercial con representantes de ventas

Cobertura comercial	
Norte grande	Tumbes-Piura-Chiclayo
Norte medio	La Libertad- Ancash-Cajamarca
Norte chico	Lima-Huaral-Huacho-Barranca
Sur chico	Cañete-Chincha-Pisco-Ica-Nazca-Ayacucho
Sur grande	Arequipa-Moquegua-Tacna-Cuzco-Puno
Nor oriente	Amazonas-San Martín-Loreto
Centro	Huancayo-Selva central

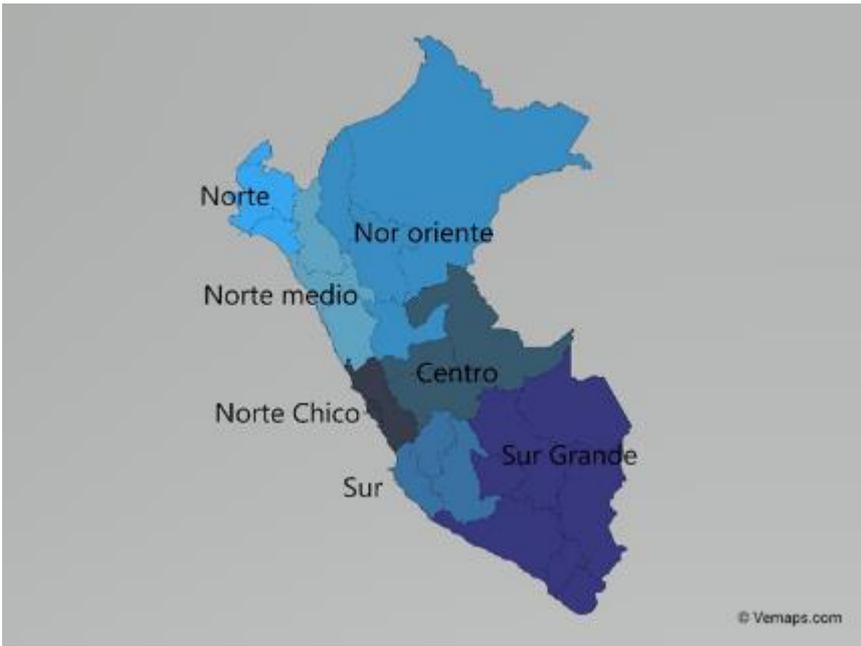


Figura 13: Distribución de cobertura geográfica por representante comercial



Figura 14: Gráfico Distribución de cobertura geográfica por puerto de descarga

El almacenamiento de producto se hace en los almacenes que están situados en cada puerto por lo que las empresas comercializadoras cuentan usualmente con 5 almacenes y se podría agregar un punto de distribución en la sierra central y en la zona de Tarapoto.



Figura 15: Almacén de cloruro de potasio.



Figura 16: Puerto de Paita

d) Promoción

Las actividades de promoción se realizan de diferentes maneras, mediante visitas comerciales, charlas técnicas a los agricultores en convenio con distribuidores, pintado de tiendas, impresión de folletería, participación en ferias o visita a fundos agrícolas con especialistas de cultivos.



Figura 17: Actividades de promoción de productos

4.2 IMPACTO DEL NEGOCIO

4.2.1 Análisis económico

a) Flujo económico

En la figura 14 se puede observar la proyección que se planteó para el negocio de fertilizantes bajo el modelo de importador/distribuidor. Este presupuesto nos da una referencia de los objetivos que se debe trazar una empresa que desea consolidarse en el negocio de fertilizantes genéricos, solubles y especialidades. Además, podemos observar los márgenes esperados que tiene este tipo de negocio donde se concluye que el incremento de volumen es un factor importante para garantizar el éxito y sostenibilidad del negocio pues permite ser eficiente en los costos logísticos.

Tabla 14: Proyección de negocio de fertilizantes en 5 años

USD	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ventas TM	48,000.00		80,000.00		120,000.00		160,000.00		200,000.00	
Ventas USD	25,400,000.00		42,400,000		63,500,000.00		85,800,000.00		106,000,000.00	
Costo de ventas USD	23,400,000.00		40,000,000		60,000,000.00		80,000,000.00		99,000,000.00	
Utilidad bruta	2,000,000.00	8%	2,400,000.00	6%	3,500,000.00	6%	5,800,000.00	7%	7,000,000.00	7%
Gastos de operación	1,160,000.00		1,410,000.00		1,840,000.00		2,300,000.00		2,900,000.00	
Utilidad operativa	840,000.00	3%	990,000.00	2%	1,660,000.00	3%	3,500,000.00	4%	4,100,000.00	4%
Provisiones incobrables	127,000.00		210,000.00		315,000.00		425,000.00		529,000.00	
Gastos financieros	330,000.00		550,000.00		830,000.00		1,100,000.00		1,380,000.00	
Utilidad antes de impuestos	383,000.00	2%	230,000.00	1%	515,000.00	1%	1,975,000.00	2%	2,191,000.00	2%

4.2.2 Análisis social

a) Agricultura familiar

Carmagnani (2008) describe a la agricultura familiar como la práctica que se desempeña en múltiples actividades procurando aumentar el trabajo familiar y no familiar disponible con el fin de reducir sus precarios activos en tierra y capital. Para ello desarrolla una estrategia que asegure 1) La mayor eficiencia en la relación trabajo y tierra, que logra mediante la ampliación de su parcela por medio del arriendo y el colonato; 2) La mayor eficiencia en la relación trabajo y capital se obtiene con integrar insumos autoproducidos e insumos de origen industrial, lo mismo ocurre con el acceso a los servicios públicos y privados. Esta estrategia proporciona mayor flexibilidad al integrar trabajo familiar y no familiar remunerado, al incrementar el trabajo y la dotación de tierra, así como la relación trabajo, tierra y capital.

Con base en las estrategias aquí especificadas se puede afirmar que:

1. La agricultura familiar no está dominada sino tan sólo condicionada por la extensión de tierra.
2. Tiene la capacidad y los medios para diseñar diferentes formas para explotar la unidad.

3. Presenta la capacidad para integrar nuevos productores en la agricultura familiar, a condición de que los programas impulsen la flexibilidad en la relación trabajo tierra y trabajo-capital y tengan un bajo contenido asistencialista.
4. La flexibilidad de los factores de producción caracteriza la agricultura familiar como una agricultura de mercado con objetivos similares a la agricultura empresarial.

Por tanto, no hay un conflicto entre agricultura familiar y mercado puesto que la primera está inmersa en el segundo.

Con lo descritos anteriormente, un negocio de fertilizantes debe tener como principal objetivo promover la competitividad de la agricultura familiar, ofreciéndoles primero un sistema de distribución que garantice el abastecimiento de los insumos hasta los lugares más alejados, segundo, productos de calidad que permita que los agricultores no dañen sus cultivos o reduzcan sus rendimientos y tercero el compromiso de ofrecer un negocio sostenible que involucre la mejora de las prácticas agrícolas en la agricultura familiar y un cuidado de los recursos naturales que utiliza este modelo de agricultura.



Figura 18: Capacitación a pequeños agricultores de palma aceitera en Pucallpa

b) Incremento de productividad

El incremento de la productividad debe ser un objetivo principal en una empresa de comercialización de fertilizantes y debe estar enfocado a todos los niveles productivos en el sector agrícola, desde la agricultura familiar hasta la agricultura tecnológica, beneficiando a todos los actores que participan en la practicas agrícolas. Esto no solo se logra con fertilizantes de calidad si no también con un acompañamiento de los procesos de investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías que pueden aparecer. Esto llevará a mejores rendimientos que permitirán mayores ingresos, alcanzar rentabilidad crecimiento del negocio y mayores puestos de trabajo.



Figura 19: Charla técnico comerciales sobre nutrición con potasio y magnesio en Pucallpa

c) Transferencia tecnológica

Según Condori (2016), el proceso de transferencia tecnológica implica la sustitución de métodos tradicionales por métodos modernos, traducido en la utilización más eficiente y eficaz de los factores productivos, necesarios para la obtención de determinados niveles de productividad, producción e ingresos de los productores. De manera precisa, dicho proceso considera la adopción de nuevos conocimientos de prácticas en el uso de factores productivos, y de nuevos insumos y/o prácticas o principios productivos: Cambio Tecnológico.

Dentro del proceso de cambio tecnológico los fertilizantes cumplen rol diferenciador como factor estratégico sobre el proceso de transferencia tecnológica en la actividad productiva de los cultivos.

Las empresas de comercialización de fertilizantes son parte de flujo de adopción de nuevas tecnologías por lo que tienen parte de responsabilidad en este proceso y por consiguiente en el rol que le corresponde debe ser un promotor en el uso de nuevas técnicas y productos que permitirán alcanzar mejores resultados en rendimiento y rentabilidad para considerar que la transferencia fue exitosa.

Como un ejemplo en la agroindustria de transferencia e innovación tecnológica, se puede citar la experiencia de Agrícola del Chira utilizando fertilizantes líquidos. Esta empresa del norte del país fue una de las primeras empresas en implementar este sistema de fertilización.



Figura 20: Foto Sistema de almacenamiento y distribución de fertilizantes líquidos.

El incremento en la producción de fertilizantes va a promover la venta de este insumo en un futuro próximo, esto podría llevar a que estos insumos sean más baratos y accesibles a los agricultores. Además, conociendo la tendencia de mercado, es responsabilidad de las autoridades crear leyes que permitan el uso sostenible de este insumo. Es importante entender que la fertilización química es importante en el rendimiento de los cultivos pero

que también prioritario manejarlos de manera responsable para que puedan representar un recurso positivo y evitar la contaminación de los suelo y agua.

El modelo agrícola del Perú requiere de un gran esfuerzo de los proveedores de insumos y servicios para cubrir las necesidades del mercado, es por eso importante que el estado promueva la infraestructura necesaria para dar acceso de las tecnologías a la agricultura familiar y que estará en el futuro inmediato.

El estado necesita promover estrategias de promoción que permitan incrementar el uso de insumos en la agricultura, según observamos, el Perú es uno de los países con menor consumo de fertilizantes por ha. Existe aún legislación que no permite tener un adecuado acceso y control de los insumos nutricionales. Por ejemplo, los fertilizantes con N, P, y magnesio está exentos del pago del I.G.V. pero los micronutrientes no, siendo estos igual de importantes en el balance nutricional de una planta. Muchas veces este costo adicional repercute en la decisión del pequeño agricultor al momento de fertilizar.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El Perú consume 1,5 millones de toneladas anuales de fertilizantes. Este volumen se divide, principalmente, en fertilizantes de tipo granulados para aplicación directa al suelo, en la agricultura tradicional o familiar para aplicación al voleo. Los fertilizantes solubles han tenido un incremento de volumen de consumo en los últimos años debido al crecimiento de la agroindustria de exportación con cultivo de riego tecnificado.
- El incremento en la producción global de fertilizantes ha obligado a los productores y comercializadores de este insumo a promover el incremento del consumo fertilizantes. Sin embargo, el consumo real de fertilizantes en el Perú es aún muy bajo, comparado con el consumo de otros países de la región con el mismo potencial agrícola o incluso menor como es el caso de Ecuador, Chile o Colombia.
- El 50% de los fertilizantes importados en el Perú son fuentes de nitrógeno como la urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio; seguido de los fertilizantes fosfatados (30%) y potásicos (10%) y otros (10%). En su mayoría estos son de tipo granular, pero con un incremento sostenido en el consumo de fertilizantes solubles. Las principales zonas de consumo son las regiones de Piura, Lambayeque, La Libertad, Nororiente, Lima e Ica.
- Se debe promover las buenas prácticas de fertilización que involucren programas de apoyo a la agricultura en el aspecto técnico, realizando análisis de suelo, agua, planta que permitan al agricultor un mejor manejo nutricional de sus cultivos. Las buenas prácticas deben incluir el desarrollo de nuevas tecnologías de fertilización desde maquinaria, sistemas de fertirriego y los fertilizantes especializados o formulados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, R. (2009). *Manejo de Maíz amarillo duro*. Ministerio de agricultura Folleto N° 10-9. Lima, Perú.
- Bertsch, F. (2009). *Absorción de nutrimentos por los cultivos*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Carmagnani, M. (2008). La agricultura familiar en América Latina. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 39(153), 52 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México.
- Condori, C. (2016). Propósito e Impacto del proceso de transferencia tecnológica en la estructura productiva y económica del arroz 2000-2014. *Anales Científicos*. 77(2)
- Dávila, E. y Estela, M. (2016). *Efecto de la fertilización del cultivo de café (Coffea arabica). Var Catimor de 3 años de edad con seis dosis N, P, K, Mg y dos niveles altitudinales en el distrito de Pirías- Jaén – Cajamarca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque]. Repositorio Institucional <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2144>
- García, G. (2013). *Fertilización en el cultivo de maíz blanco amiláceo*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Calcas, Cusco-Perú
- Heros, E. (2013). *Manejo integrado en el cultivo de arroz*. Universidad Nacional Agraria La Molina, p.13 Rioja-Perú
- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2012). *IV censo nacional agropecuario* Lima; Autor

- International fertilizer association IFA (2021). *Fertilizer Outlook 2020-2024*. Recuperado de <https://www.fertilizer.org/>
- Kirkby, E. y Volker, R. (2008). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: Funciones, absorción y movilidad. *Informaciones Agronómicas*. <https://bit.ly/33AsL1h>
- Larriva N (2003). Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas. Revista La Granja, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador.
- Meléndez, G. (2001). *Fertilidad de suelo y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. Costa Rica
- Mengel, K. y Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Basilea, Suiza: Instituto internacional de la potasa.
- Ministerio de desarrollo agrario y riego (2019). *Plan nacional de cultivos, campaña 2019-2020*. Lima, Perú: Autor. Recuperado de <http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/MIDAGRI/565>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2019). Plan nacional de cultivos, campaña 2019-2020. Lima, Perú: Autor. Recuperado de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/282/1/ficha%20tecnica%20alfalfa.pdf>
- Tamara, L. (2016). *Macro y Micronutrientes en la plantas-fisiología vegetal*. Universidad de sucre. Sucre Bolivia. <https://bit.ly/3nIvpZB>
- Tirado, R. (2014). *Absorción de macro y micronutrientes en ají escabeche (Capsicum baccatum var. pendulum) bajo condiciones del valle de Cañete*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1145>
- Ugás, R. (2000) *Hortalizas Datos básicos*. Programa de hortalizas. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Valagro Spa (2004). *Los Microelementos en la nutrición vegetal*. Lanciano Italia

Villagarcía, S. y Aguirre, A. (2014). *Manual de uso de fertilizantes para las condiciones del Perú*. Lima Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
<https://www.fondoeditorialunalm.com/producto/manual-de-uso-de-fertilizantes-para-las-condiciones-del-peru/>