



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO
PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

ANÁLISIS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DEL TRIGO



VOLUMEN
2

MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

Néstor Huanca Chura

Ministro de Desarrollo Productivo y Economía Plural

Nelson Aruquipa Arce

Viceministro de la Micro y Pequeña Empresa

Luis Siles Castro

Viceministro de Producción Industrial a Mediana y Gran Escala

Coordinación:

Hugo Tórrez Yáñez

Director General de Análisis Productivo

Alejandro Durán Grájeda

Director General de Desarrollo Industrial a Mediana y Gran Escala

Contenido y redacción:

Miguel Molina Argandoña

Israel Gutiérrez Ulo

Diseño:

Unidad de Comunicación Social

Dirección:

Av. Mcal. Santa Cruz, Edif. Centro de Comunicaciones La Paz, piso 16 y 20

Teléfono: +591 (2) 2184444 - Fax: +591 (2) 2124933

www.produccion.gob.bo

La Paz - Bolivia

Diciembre - 2021



Luis Alberto Arce Catacora
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



David Choquehuanca Céspedes
VICEPRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

CONTENIDO

1.	Introducción	13
2.	Consideraciones generales del cultivo de trigo	15
2.1.	Orígenes	15
2.2.	Valor nutritivo	15
2.3.	Características alimenticias	15
3.	Marco normativo del complejo productivo granos (trigo)	17
3.1.	Ley Nº 337	17
3.2.	Decreto Supremo 3621	17
3.3.	Decreto Supremo 255	17
3.4.	Decreto Supremo 3919	17
3.5.	Decreto Supremo 4211	17
4.	Análisis del complejo productivo del trigo	19
5.	Regiones productoras de trigo	21
5.1.	Evolución y distribución geográfica de la producción primaria del cultivo de trigo	23
5.1.1.	Zonas tradicionales de cultivo de trigo del departamento de Santa Cruz	27
5.2.	Estimación de la producción del cultivo de trigo en la campaña de invierno 2021 del departamento de Santa Cruz	29
5.2.1.	Análisis del comportamiento espacial de la precipitación acumulada en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz	30
5.2.2.	Análisis del comportamiento espacial de la temperatura suelo en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz	31
5.2.3.	Análisis del comportamiento espacial de la evapotranspiración en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz	33
5.2.4.	Análisis del comportamiento espacial de la evapotranspiración en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz	34
5.2.5.	Identificación de la superficie de cultivo de trigo del departamento de Santa Cruz	36
6.	Dinámica de importación y exportación de los derivados del trigo	41
6.1.	Importación de la semilla de trigo	41
6.2.	Destino de la producción de trigo	41
6.2.1.	Zona Occidental	42
6.2.2.	Zona Oriental	42
7.	Transformación e industrialización del trigo	45
7.1.	Composición de la industria	45
7.2.	Proceso de producción dentro de la industria molinera	53
7.2.1.	Proceso de producción de harina de trigo	53
7.3.	Capacidades de la industria molinera	55
7.3.1.	Acopio de harina de trigo en EMAPA	56
7.4.	Proceso de producción e industrias de pastas	56
7.4.1.	Proceso en elaboración de pastas	57
7.5.	Proceso de producción e industrias de pastas	58
7.5.1.	Capacidades de la industria de pastas y fideos	58
7.6.	Proceso de producción e industrias de galletería	58
7.6.1.	Proceso de producción de galletas	59
8.	Dinámica de los rendimientos, importación, exportación y precios de los productos derivados del trigo	61
8.1.	Rendimiento Sud Americano del cultivo de trigo	61
8.2.	Importación y exportación de harina de trigo	62
8.3.	Importación y exportación en pastas y fideos	62
8.4.	Comportamiento del precio de los sub productos del trigo	63
9.	Balance comercial del trigo y sub productos del trigo	67
10.	Comportamiento de la banca en la industria del trigo	69
11.	Referencia bibliográfica	71

Anexo 1: Metodología de procesamiento de imágenes de satélite para la detección de cultivos de trigo	73
Anexo 2: Precio mayorista de sub productos del trigo a agosto del 2021	79
Anexo 3: Precios al consumidor de harina de trigo (blanca / integral)	80
Anexo 4: Precios promedio al consumidor de la harina de trigo (blanca / intergral) a agosto del 2021	81

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Zonas tradicionales de producción de trigo, 2020	21
Mapa 2: Zonas tradicionales de producción de trigo, 2020	23
Mapa 3: Distribución geográfica de producción departamental de trigo, 2020	25
Mapa 4: Municipios productores de trigo, 2020	26
Mapa 5: Zonas tradicionales de producción de trigo en el departamento de Santa Cruz	28
Mapa 6: Distribución espacio temporal de la precipitación acumulada 2011-2021	30
Mapa 7: Distribución espacio temporal de la temperatura suelo, 2011-2021	32
Mapa 8: Distribución espacio temporal de la evapotranspiración, 2011-2021	33
Mapa 9: Distribución espacio temporal del promedio mensual del NDVI, 2011 a 2021	35
Mapa 10: Identificación de superficies de cultivos de trigo Campaña de Invierno 2021	37
Mapa 11: Distribución georeferenciada por tamaño de empresa de la industria del trigo	46
Mapa 12: Distribución georeferenciada de actividades y servicios de las empresas manufactureras de procesamiento de trigo	
Mapa 13: Distribución Geográfica de las plantas de almacenamiento de granos – EMAPA	47
Mapa 13: Cobertura de imágenes satelitales TRMM, MODIS-Terra, NOAH y Sentinel 2B	54
	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Mapeo de actores en el Complejo Productivo del Trigo	
Gráfico 2: Ranking de municipios productores de trigo – 2020	19
Gráfico 3: Bolivia - Superficie, Producción y Rendimiento del Grano Trigo, 2020	22
Gráfico 4: Municipios productores de cultivo de trigo, 2020	24
Gráfico 5: Dispersión de la PP acumulada mensual, meses mayo-julio, 2011-2021	27
Gráfico 6: Dispersión de la temperatura Suelo, meses mayo-julio, 2011-2021	31
Gráfico 7: Dispersión de la Evapotranspiración Total, meses enero-marzo, 2011-2021	32
Gráfico 8: Tendencia del promedio mensual del NDVI, meses mayo-julio, 2011-2021	34
Gráfico 9: Bolivia - producción e importación del grano trigo en toneladas	36
Gráfico 10: Bolivia importación de semilla de trigo	41
Gráfico 11: Tipos de sociedades en las industrias molinera, de pastas, fideos, panadería y repostería	41
Gráfico 12: Industrias, panadería y repostería por departamento y tamaño de empresa	45
Gráfico 13: Industrias molinera por departamento y tamaño de empresa	49
Gráfico 14: Industrias de pastas, fideos, por departamento y tamaño de empresa	49
Gráfico 15: Industrias, panadería y repostería por departamento y tipo de empresa	50
Gráfico 16: Industrias molinera por departamento y tipo de empresa	50
Gráfico 17: Industrias de pastas, fideos, por departamento y tipo de empresa	51
Gráfico 18: Empleo por tipo de empresa	51
Gráfico 19: Empleo por rubro y tamaño de empresa	52
Gráfico 20: Producción de harina de trigo (Tm), 2016 a 2021	52
Gráfico 21: Acopio de Grano de Trigo (Tn), 2017 a 2021	55
Gráfico 21: Rendimiento promedio del cultivo de trigo en Sud América. 2013-2019	57
Gráfico 22: Importación nacional de harina de trigo (Tm)	61
Gráfico 23: Importación y exportación en pastas y fideos	62
Gráfico 24: Precios mayoristas - (precio en bolivianos por 46 kg)	63
Gráfico 25: Precios al consumidor de harina de trigo (blanca/integral)	64
Gráfico 26: Precios promedio al consumidor de la harina de trigo (blanca/integral)	64
Gráfico 27: Precio internacional del trigo y su relación con el precio en Bolivia	65
Gráfico 28: Crédito al sector de la preparación y molienda de trigo (valor en millones de bolivianos)	65
Gráfico 29: Variación porcentual del crédito al sector de la preparación y molienda de trigo	69

Gráfico 30: Número de prestatarios del sector de preparación y molienda de trigo	69
	70

ÍNDICE DE TABLAS

	15
	22
Tabla 1: Características alimenticias del trigo	27
Tabla 2: Superficie cultivada del grano de trigo 2020	38
Tabla 3: Épocas de siembra del cultivo de trigo	39
Tabla 4: Superficie identificada de trigo en las zonas de cultivo para la campaña de invierno 2021	42
Tabla 5: Estimación de producción y rendimiento campaña de invierno 2021 cultivo de trigo	43
Tabla 6: Destino de la producción de la zona de los valles (%)	45
Tabla 7: Destino de la producción de la zona oriental (%)	48
Tabla 8: Número de unidades productivas vigentes	55
Tabla 9: Industrias molinera, de pastas, fideos, panadería y repostería por departamento	56
Tabla 10: Balance másico de la molienda de grano de trigo blando	56
Tabla 11: Capacidades instalada de la industria molinera 2019	58
Tabla 12: Capacidad de acopio de la industria molinera 2019	67
Tabla 13: Capacidad instalada y utilizada producción de pastas y fideos 2020	67
Tabla 14: Balance comercial del trigo al 2021 (tm)	
Tabla 15: Balance comercial de harina de trigo al 2021 (tm)	

ÍNDICE DE FIGURAS

	53
	57
Figura 1: Proceso de producción de harina de trigo	73
Figura 2: Proceso de fabricación de pastas, macarrones y fideos	75
Figura 3: Modulo de gestión de datos climáticos – NASA GIOVANNI	76
Figura 4: Esquema metodológico de identificación de cultivos de trigo	77
Figura 5: Combinación de bandas municipios: Okinawa Uno y Cuatro Cañadas	78
Figura 6: Zona de muestro departamento de Santa Cruz	78
Figura 7: Firma espectral del cultivo de trigo	
Figura 8: Clasificación supervisada para determinar cultivos de trigo	



PRESENTACIÓN

El Modelo Económico Social Comunitario Productivo, aplicado en el periodo 2006 a 2019, por el Gobierno de la Revolución Democrática Cultural, basa su enfoque en el Estado como promotor y protagonista del desarrollo económico, social y ambiental, prioriza el mercado interno y la industrialización de los recursos naturales. El modelo identifica a los Sectores Generadores de Excedentes como Hidrocarburos, Minería y Energía eléctrica y a los Sectores Generadores de Empleo e Ingresos, en este segundo sector se ubica la Industria Manufacturera y Artesanía, Turismo, Desarrollo Agropecuario, Vivienda y Servicios.

La crisis política y económica a la que condujo el Gobierno de facto, en la gestión 2020, impactó de sobre manera en el sector productivo transformador de la economía, así la ausencia de políticas productivas y las limitadas acciones para enfrentar las consecuencias de la pandemia determinan que en la gestión 2020 la economía registra una caída

del PIB de -8.8%, donde entre otros sectores afectados se observa la caída de -8.3% de la Industria Manufacturera.

En el año 2020 se recupera la democracia en Bolivia donde el Movimiento al Socialismo Instrumento Político para la Soberanía de los Pueblos logra una victoria electoral con el 55% de los votos y proclama al Hermano Luis Arce Catacora y al Hermano David Choquehuanca Cespedes Presidente y Vicepresidente del Estado Plurinacional de Bolivia, a partir de ese instante se tomaron medidas económicas para la reactivación del aparato productivo, como el financiamiento para el sector productivo, la reactivación de la inversión pública, la articulación y el fortalecimiento de la producción nacional con el mercado interno, la protección de la producción nacional, la reactivación de las empresas del Estado y el apoyo a la recuperación del sector turismo, entre otras. Estas medidas han logrado que el PIB tenga un crecimiento acumulado al tercer trimestre del 2021, del 8,51% y el PIB manufacturero del 6,92%.

Uno de los sectores priorizados es el sector de trigo para garantizar el abastecimiento al mercado interno de harina y sustituir importaciones que permita ahorrar más de 100 millones de dólares anuales. Es así que, el 29 de mayo de 2019, a través del Decreto Supremo N° 3919 se crea el Programa Multisectorial de Fomento a la Producción de Trigo, con el propósito de incrementar la producción y el rendimiento del cultivo de trigo en las zonas tradicionales de la región oriental, como también, en los climas templados y fríos en la región de los valles y la región del altiplano sur del territorio nacional.

El Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, con el objetivo de brindar información técnica como sustento para la implementación de políticas en desarrollo Productivo e industrialización establecidas en el Plan de Desarrollo Económico Social 2021-2025, ponemos disposición de nuestra población boliviana el análisis del : " COM-

PLEJO PRODUCTIVO DEL TRIGO EN BOLIVIA", documento que identifica información agro meteorológica, territorial y satelital referente a las actividades económicas que vienen dinamizando el desarrollo económico local y hacia donde se orienta prospectivamente su potencial productivo. Número de Unidades Económicas dedicadas a la industrialización de los derivados del trigo. Información de los créditos otorgados por el Sistema Financiero por destino del crédito. Dinámica de las importaciones y exportaciones de los derivados del trigo, y finalmente información de la Transformación e Industrialización del trigo y sus derivados.

El contenido de este documento pretende que sea un instrumento de información sectorial productiva para uso de todos los niveles del Estado, actores productivos y la sociedad en su conjunto, para la toma de decisiones en la optimización de mejorar la competitividad e incrementar las capacidades de producción e industrialización del trigo.

Néstor Huanca Chura
MINISTRO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y
ECONOMÍA PLURAL

1. INTRODUCCIÓN



ANÁLISIS DEL COMPLEJO TRIGO

1. Introducción

El trigo común (*Triticum aestivum*) es el trigo que se cultiva en Bolivia, también conocido como trigo para producción de pan. Generalmente tiene un contenido alto de proteínas y gluten con el endosperma de textura dura o blanda.

El trigo común (*Triticum aestivum*) es el trigo más cultivado, también conocido como trigo para producción de pan. Generalmente tiene un contenido alto de proteínas y gluten con el endosperma de textura dura o blanda.

En Bolivia, el trigo se cultiva en dos regiones definidas: occidental y oriental. La región occidental (tradicional), que comprende zonas agrícolas en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Tarija y en menor superficie en Oruro y La Paz; producción de verano relativamente estable, con un ligero incremento en los últimos años. La región oriental, que corresponde al departamento de Santa Cruz, y cuya producción se la realiza en invierno a escala empresarial y en rotación con el cultivo de soya.

En promedio nacional, dentro de la estructura productiva boliviana, el 75% de la producción de invierno se encuentra en el departamento de Santa Cruz, orientada en su mayoría a la molienda para la producción de harina; el occidente con el 25% en campaña de verano, con una cobertura dirigida principalmente al autoconsumo, semilla y una tercera parte a la venta para uso industrial.

Los factores limitantes para la producción de trigo en la región occidente son: el minifundio, la erosión de suelos, el estrés hídrico y nutricional, la baja densidad de plantas, el ataque de plagas y enfermedades, variedades de bajo rendimiento, heladas, granizadas, limitación en la infraestructura productiva, problemas post cosecha y cultivos alternativos más

Rentables. Por otro lado, en el oriente, los factores limitantes como plagas y enfermedades, estrés hídrico, entre otros factores fueron relativamente menores con respecto a la oportunidad de producir otros cultivos económicamente más rentables por lo que la producción de trigo en el oriente es practicada principalmente en época de invierno, en rotación con otros cultivos como ser: soya, sorgo, girasol y maíz.

En el proceso industrial el grano de trigo es utilizado para la producción de harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios. Más del 90% del trigo producido es el denominado trigo harinero, perteneciente a la especie (*Triticum aestivum*).

La harina de trigo producida por la industria nacional junto a la importada, es utilizada de la siguiente forma: Un 73% para panificación, 24% para producción de pastas alimenticias y el 2% destinada a la industria de galletas, pastelería y otros.

2. CONSIDERACIONES GENERALES DEL CULTIVO DE TRIGO



2. Consideraciones generales del cultivo de trigo



El trigo se cultiva en dos regiones definidas en Bolivia: La región occidental (tradicional), que comprende zonas agrícolas en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Tarija y en menor superficie en Oruro y La Paz; producción de verano relativamente estable, con un ligero incremento en los últimos años. La región oriental, que corresponde al departamento de Santa Cruz, y cuya producción se la realiza en invierno a escala empresarial y en rotación con el cultivo de soya.

2.1. Orígenes

El origen del trigo se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área, que están emparentadas con el trigo. Desde Oriente Medio el cultivo de trigo se ha difundido en todas las direcciones del mundo.

2.2. Valor nutritivo

El pan, las pastas alimenticias, las galletas, y el trigo en grano, son alimentos que constituyen una fuente de calorías y proteínas de la dieta diaria, que en conjunto contribuyen con 817 kcal/día equivalente al 38,17 % del requerimiento diario (2,140 kcal).

Estos alimentos contribuyen en un 18% de la ingesta diaria de proteínas, cantidades que están cubiertas en su mayoría por producto importado.

2.3. Características alimenticias

En el siguiente cuadro se muestra el porcentaje de nutrientes del grano de trigo en su forma natural por 100 gramos de muestra

Tabla 1: Características Alimenticias del Trigo

Nutrientes	Porcentajes
Carbohidratos	70%
Proteínas	16%
Humedad	10%
Lípidos	2%
Minerales	2%

Fuente: MDRyT "Boletín Informativo Agroalimentario"

El grano de trigo contiene una pequeña partícula denominada germen de trigo, que resulta altamente beneficiosa al ser rica en vitamina E, ácidos linoleicos, fosfolípidos y otros elementos indispensables para el buen equilibrio del organismo y que éste no puede sintetizar. Su contenido proteico es tres veces superior a la carne y al pescado y cinco veces a los huevos.



3. MARCO NORMATIVO DEL COMPLEJO PRODUCTIVO GRANOS (TRIGO)

3. Marco normativo del complejo productivo granos (trigo)



3.1 Decreto Supremo 255 aprueba la política de subvención

Fue promulgado el 19 de agosto del 2009, tiene por objeto aprobar la política de subvención a la producción y comercialización de productos agropecuarios y sus derivados, a precio justo, a ser implementada a través de la Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos

- EMAPA, sus principales objetivos son:

- Fortalecer el rol del Estado como actor protagónico en el desarrollo agropecuario
- Fomentar e incentivar la producción nacional, en el marco de la seguridad y soberanía alimentaria del país y el derecho humano a una alimentación adecuada, para satisfacer las necesidades de consumo de la población boliviana, impulsando la autosuficiencia de la producción y el consumo de alimentos nacionales.
- Apoyar a los pequeños y medianos productores en la recuperación y potenciamiento de sus capacidades productivas, impulsando condiciones más equitativas de desarrollo en el campo y contribuyendo en los procesos de acumulación interna de los actores privados y comunitarios para combatir la extrema pobreza rural.

- Crear estímulos directos a la producción agropecuaria.
- Fortalecer a la agricultura familiar campesina, indígena y originaria con base comunitaria, valorizando su rol productor de alimentos básicos, reconociendo su aporte.
- Proveer alimentos a precio justo a la población.

3.2 Decreto Supremo 3919 aprueba el programa trigo

Promulgado el 29 de mayo de 2019, tiene por objeto crear el Programa Multisectorial de Fomento a la Producción de Trigo, que tiene por objetivo incrementar los volúmenes de producción y superficie las entidades encargadas de la ejecución son:

Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos - EMAPA;

Servicio de Desarrollo de las Empresas Públicas Productivas - SEDEM, destinados a la Empresa Estratégica de Producción de Semillas - EEPS;

Servicio de Desarrollo de las Empresas Públicas Productivas - SEDEM, destinados a la Empresa Estratégica de Producción de Abonos y Fertilizantes - EEPAF.



4. ANÁLISIS DEL COMPLEJO PRODUCTIVO DEL TRIGO

4. Análisis del complejo productivo del trigo

Los complejos productivos son concebidos como conjuntos articulados de actores, actividades, condiciones y relaciones sociales de producción en torno a las potencialidades productivas, cuyo objetivo es dinamizar el desarrollo económico y social sustentable, integral y diversificado en el territorio nacional con una orientación al mercado interno y la inserción selectiva en el mercado externo.

El complejo productivo del trigo se compone por varios entes. El siguiente esquema muestra la interrelación de actores dentro del complejo del Trigo.

Producción primaria.- La producción primaria nacional principalmente se desarrolla en dos regiones: la región oriental (Santa Cruz) y la región occidental o también llamada tradicional o andina (valles de Cochabamba, Potosí, Tarija y altiplano), a su vez el mercado recibe trigo de importación principalmente de Argentina y Canadá.

Transformación.- La industria panificadora y de pastas son las principales consumidoras de harina. De igual ma-

nera que en los casos anteriores, la industria de pastas se fue mermando por el incremento de productos importados legal e ilegalmente. Por otro lado la industria de panificación sigue una tendencia creciente sostenida.

Comercialización.- La producción nacional de trigo, dependiendo si es de la región oriental o la región occidental está orientado a cubrir el consumo interno, principalmente para la panificación y en menor porcentaje para la elaboración de pastas y repostería, El mercado está compuesta por industrias que en su mayoría compran directamente a los productores, intermediarios especialmente en la comercialización de Harina y EMAPA como entidad que apoya en la regulación de precios y el abastecimiento al mercado a precio justo.

Organizaciones de apoyo.- En la producción de trigo nacional, están involucrados instituciones públicas y privadas, y organizaciones productoras quienes apoyan con asistencia técnica en la producción primaria, transformación y comercialización.

Gráfico 1: Mapeo de actores en el Complejo Productivo del Trigo



Fuente: VPIMGE, 2020



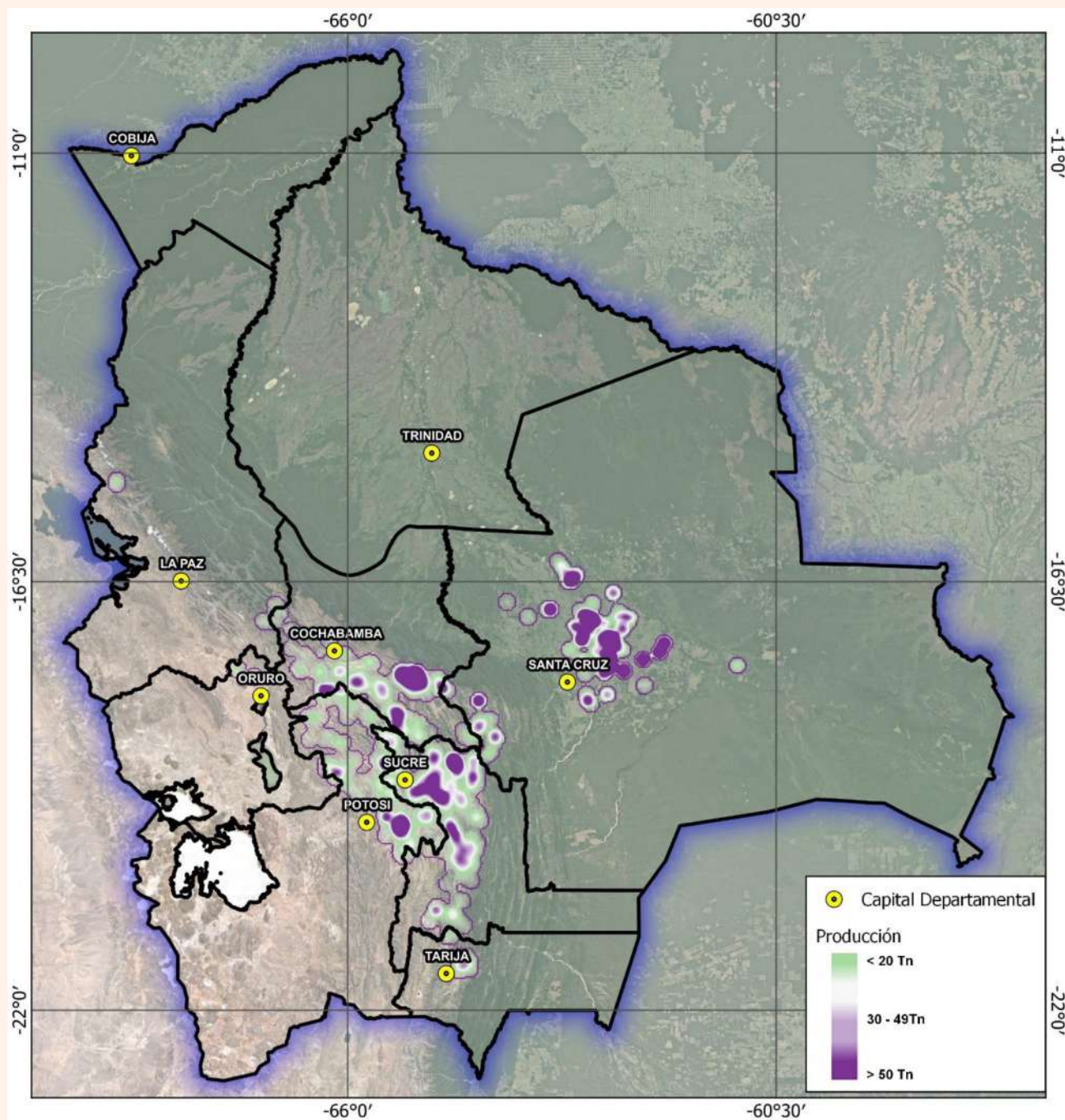
5. REGIONES PRODUCTORAS DE TRIGO

5. Regiones productoras de trigo

A diferencia de otros países, la producción de trigo en Bolivia responde a dos características económicas: Una ligada a la agricultura familiar en la región de los valles

(occidente) y otra a una producción de carácter empresarial, concentrada en el departamento de Santa Cruz (oriente).

Mapa 1: Concentración de producción de trigo, 2020



Fuente: SITAP-DAPRO, 2020

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en base a información del Observatorio Agroambiental y Productivo, correspondiente al periodo 2020-2021, la producción nacional de

trigo cultivado para la transformación de harina se produce en Santa Cruz con el 73,6% y Cochabamba con casi el 8,5% del total de la producción nacional. (Ver tabla 2).

Tabla 2: Superficie cultivada del grano de trigo 2020

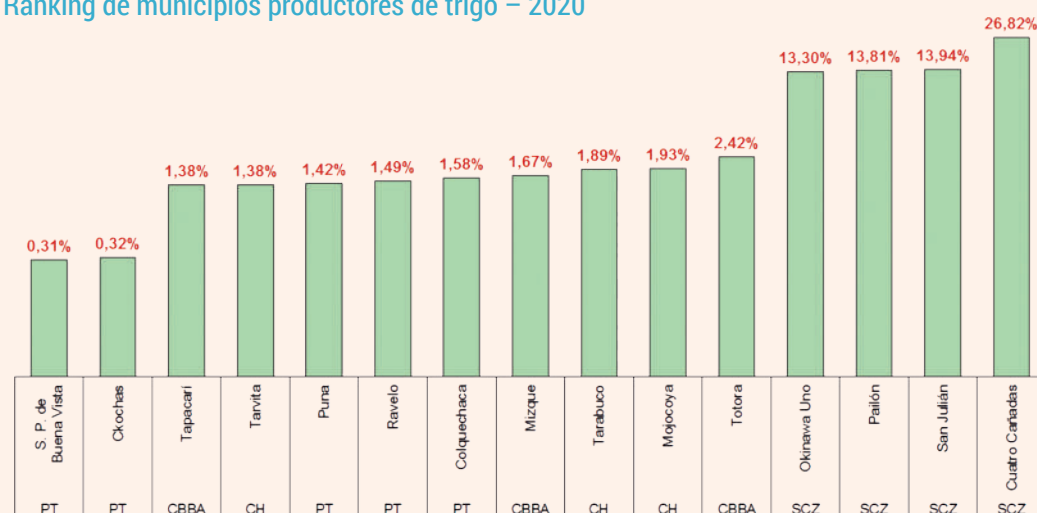
Departamento	Producción (TM)	% participación en la producción	Superficie (Ha)	% participación superficie
Santa Cruz	229.272	73,6%	135.028	66,02
Cochabamba	26.458	8,5%	19.512	9,54
Potosí	18.655	6,0%	18.270	8,93
Chuquisaca	17.208	5,5%	18.612	9,1
Tarija	16.727	5,4%	9.375	4,58
La Paz	2.100	0,7%	2.756	1,35
Oruro	855	0,27%	953	0,47
Pando	18	0,01%	14	0,01
Beni	17	0,01%	14	0,01
Total general	311.310	100	204.534	100

Fuente: OAP e INE, 2020

De los 341 municipios a nivel nacional, 235 municipios tienen actividades relacionadas al cultivo de trigo en sus distintas variedades, teniendo los departamentos de Cochabamba y Potosí el mayor número de municipios productores; 75 municipios en total, seguido del departamento de Chuquisaca con 27 municipios. Cabe

resaltar que la producción de estos municipios es relativamente baja en comparación con los municipios productores del departamento de Santa Cruz que tienen mayor participación de producción del cultivo de trigo a nivel nacional.

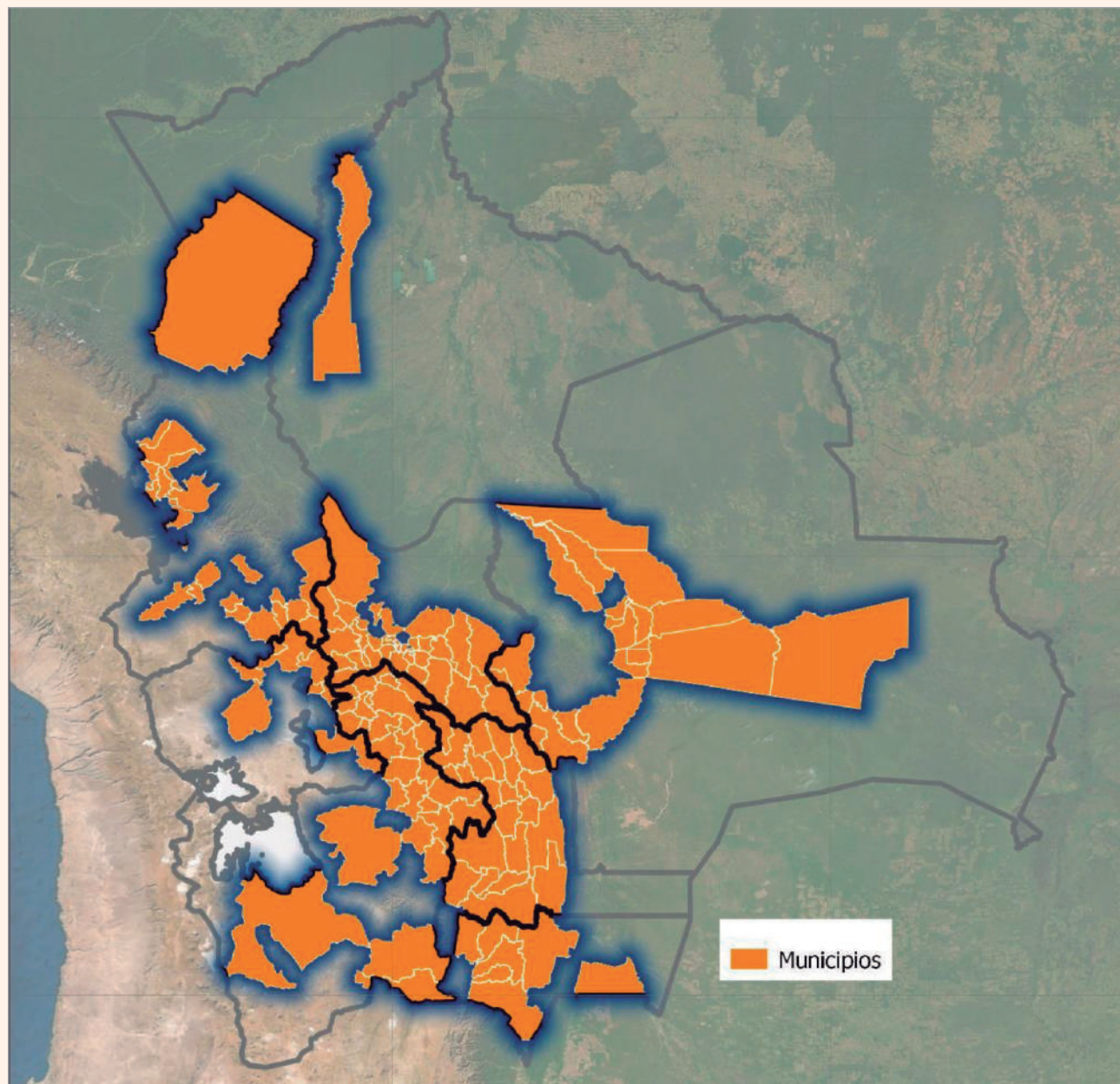
Gráfico 2: Ranking de municipios productores de trigo – 2020



Fuente: ELABORACION DAPRO con datos del OAP e INE, 2020

El gráfico 2, muestra los 15 municipios que cuentan con mayor participación de producción de cultivo de trigo a nivel nacional con un 83,6% para el año 2020. De este total, cuatro municipios del departamento de Santa Cruz,

concentran el 67,87% de participación de la producción del cultivo de trigo, un registro que supone ventaja de la región principalmente en la mecanización y semi-mecanización del cultivo de trigo. (Ver gráfico 2).

Mapa 2: Zonas tradicionales de producción de trigo, 2020

Fuente: SITAP-DAPRO, 2020

5.1. Evolución y distribución geográfica de la producción primaria del cultivo de trigo

La producción de trigo en Bolivia se realiza en dos áreas geográficas con características muy diferentes; en la zona tradicional que concentra a los valles bolivianos, donde se cultiva el trigo en sistemas intensivos, rústicos, poco tecnificados, desarrollados por pequeños productores; y en la zona oriental que comprende el norte y este del departamento de Santa Cruz, donde se trabaja agricultura extensiva comercial, con mayor incorporación de tecnología, heterogeneidad de

productores (pequeños, medianos y empresariales). Según información del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) y el Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP), la producción estimada de trigo a en el periodo 2021 será de 318.168 Tm, con un rendimiento promedio de 1,7 Tm/Ha, mayor al periodo anterior de 2020 que registró una producción de 311.310 Tm y un rendimiento 1,5 Tm/Ha.

Gráfico 3: Bolivia - Superficie, Producción y Rendimiento del Grano Trigo, 2020



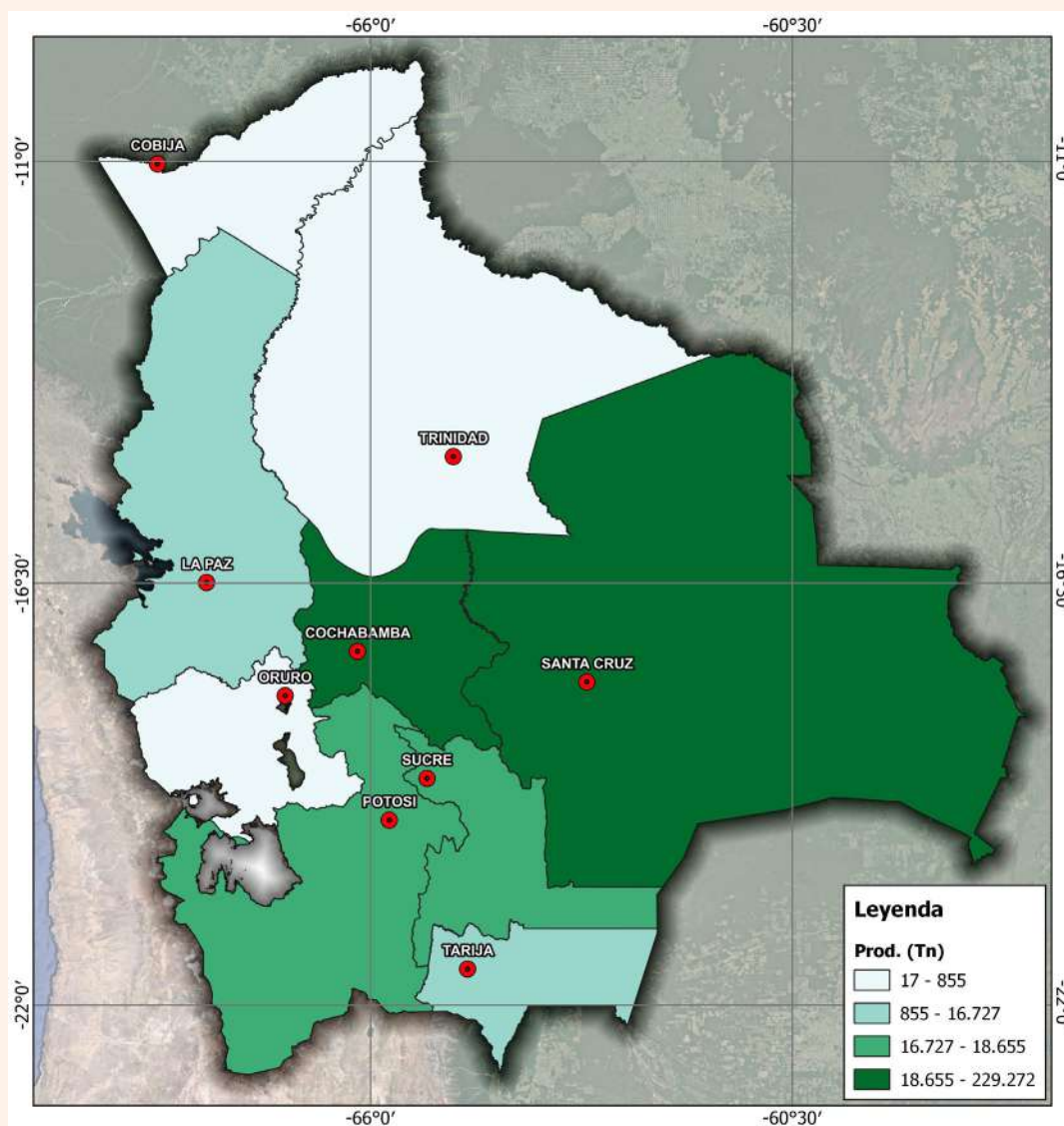
Fuente: OAP e INE, 2020 (p) preliminar (e) estimado

En el gráfico 3, se observa el comportamiento del cultivo de trigo correspondiente al periodo 2013- 2021, se identifica un decrecimiento para el periodo 2016 con relación al 2015, también se ve una reducción de producción en el periodo 2017 con respecto al periodo 2016 y comparando la producción entre el periodo 2020 y 2019, respectivamente, esta creció en un 31,28% representando un aumento de más de 74.000 Tm. To-

mando en cuenta que el Programa Multisectorial de Fomento a la Producción de Trigo, entró en vigencia del 29 de mayo 2019, se puede notar el aumento relativo de la producción a nivel nacional con principal énfasis en las zonas de producción del departamento de Santa Cruz. Finalmente, para el último periodo 2020-2021 la producción de trigo se incrementa en 2,20% respecto al periodo anterior.



Mapa 3: Distribución Geográfica de Producción Departamental de Trigo, 2020

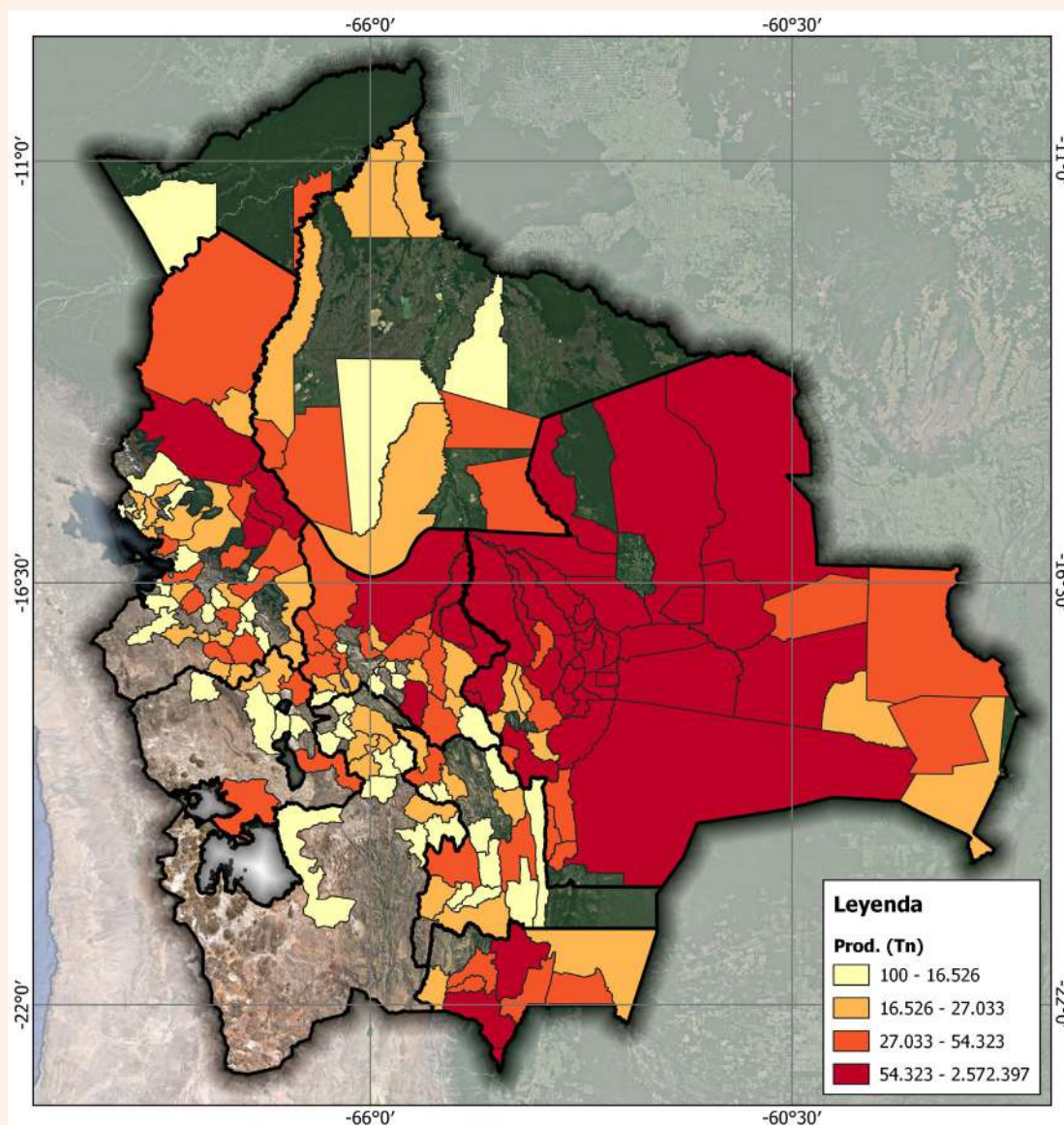


Fuente: SITAP – DAPRO, 2020

El departamento de Santa Cruz, agrupa la mayor producción con más del 229.272 Tm para el periodo 2020. Los departamentos de Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija alcanzan una producción de 79.048 Tm, estos departamentos, pese a tener una superficie de siembra considerable, su producción es relativamente baja, debido a las condiciones biofísicas del suelo. Los demás departamentos tienen una producción baja destinada principalmente para el intercambio y consumo local.



Mapa 4: Municipios productores de trigo, 2020

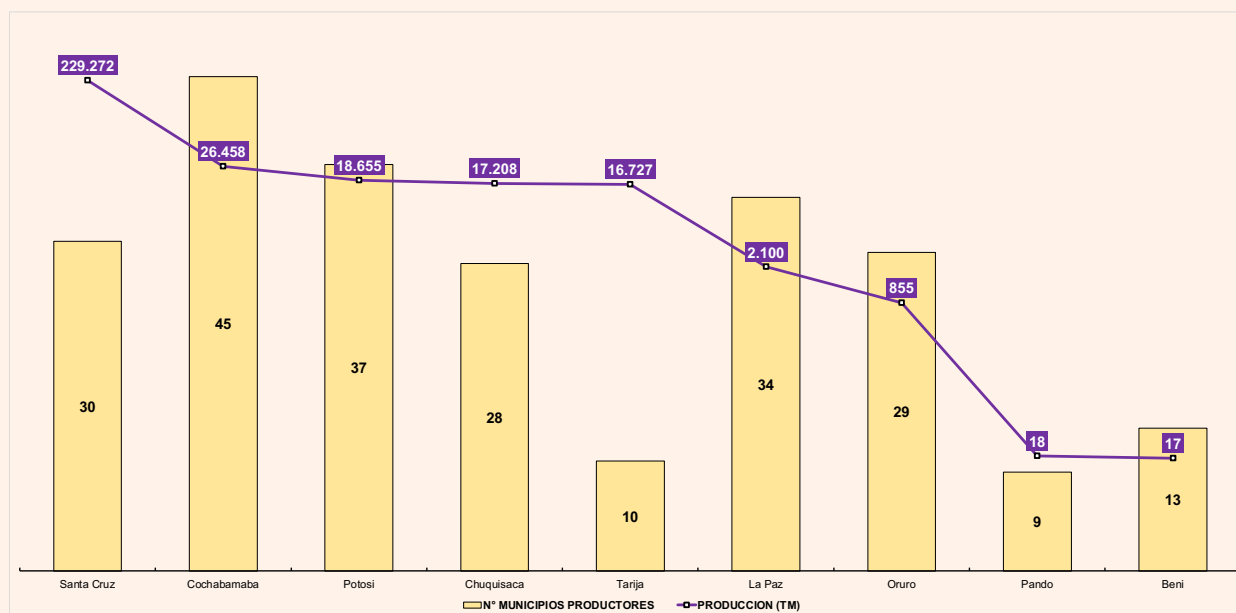


Fuente: SITAP – DAPRO, 2020

Los principales municipios productores del departamento de Santa Cruz, son: Pailón, Cuatro Cañadas, San Julián, Okinawa Uno, El Puente, Fernández Alonso y San Pedro que participan con un 73,6% del total departamental (229.272 tm) demostrando la alta concentración geográfica de la producción de trigo. En los departamentos de Cochabamba, Tarija, Chuquisaca y Potosí; existen 77 municipios que se dedican a

las actividades de siembra y cosecha del cultivo de trigo, alcanzando una producción de 79.048 Tm, representando el 25,4%. Mientras que en los departamentos de La Paz, Oruro, Beni y Pando, se identifican 31 municipios dedicados a la producción del cultivo de trigo, representa el 1% de la producción nacional con 2.990 Tm.

Gráfico 4: Municipios productores de cultivo de trigo, 2020



Fuente: MDRyT, SIIP – SITAP, 2020. Elaborado por: DAPRO

El cultivo de trigo en Bolivia se siembra en dos épocas agrícolas, las mismas se desarrollan en dos zonas definidas, por características climáticas:

Occidente (Cochabamba Potosí, Chuquisaca, Tarija, Oruro y La Paz) y Oriente (Santa Cruz y Beni). (Ver tabla 3)

Tabla 3: Épocas de siembra del cultivo de trigo

Zona de producción	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Oriente			Siembra de invierno				Cosecha de invierno							
Occidente			Cosecha de verano							Siembra de verano				

Fuente: UCP-EMAPA. Elaborado por: DAPRO, 2020

El trigo se siembra en un terreno asentado, mullido y limpio de malezas. La naturaleza de las labores, el modo de ejecutarlas y la época oportuna para su realización varían con el cultivo que precedió al trigo, con la naturaleza del suelo y con el clima.

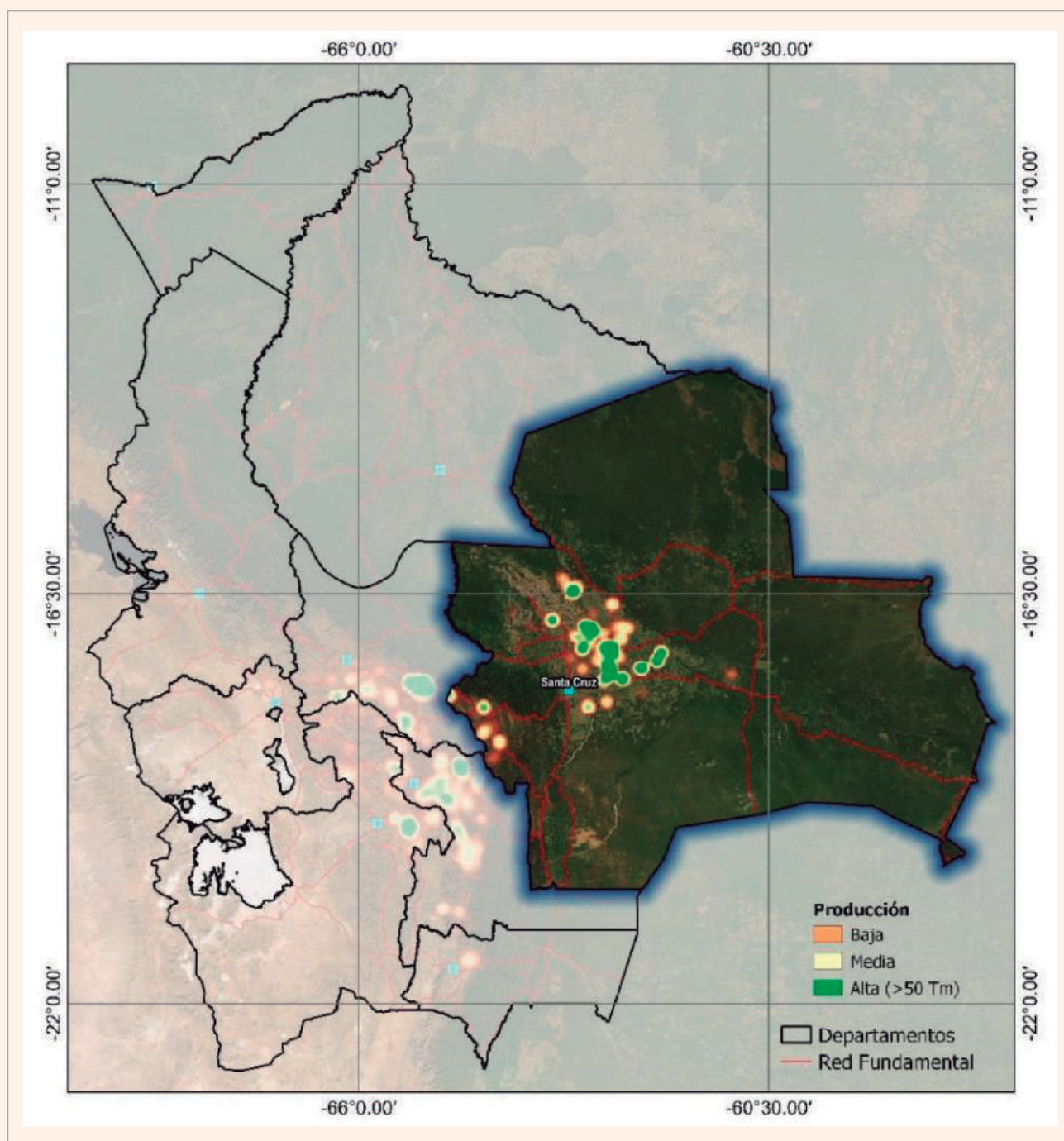
Épocas de siembra: En nuestro país existen siembras de verano y de invierno por regiones. En el área tradicional la siembra de trigo se realiza en verano, desde el 20 de noviembre hasta el 30 de enero, y está en función de la característica climática de humedad y temperatura.

En la zona oriental, que comprende básicamente el departamento de Santa Cruz, el trigo se cultiva en invierno, entre los meses de mayo, junio y julio.

5.1.1. Zonas tradicionales de cultivo de trigo del departamento de Santa Cruz

En Santa Cruz, aproximadamente 15.000 familias entre interculturales, productores menonitas, japoneses, brasileños y argentinos, se dedican a este cultivo con una superficie promedio de siembra mayor a 135.000 ha y una producción que supera los 230.000 Tn, a un rendimiento de 1,7 Tn/ha, para el periodo 2020-2021.

Mapa 5: Zonas tradicionales de producción de trigo en el departamento de Santa Cruz



Fuente: SITAP – DAPRO, 2020

El factor determinante para el limitado crecimiento de la producción y rendimiento del cultivo de trigo se debe a que en la post cosecha del cultivo de soja que se realiza en la campaña de verano los productores locales para la campaña de invierno toman sus decisiones en

función de las condiciones climáticas (sobre todo humedad) y los precios de siembra, cosecha y venta del grano de trigo con relación al grano de girasol, el sorgo, maíz y soja; que tienen precios asequibles para los productores locales.

En cuanto al sistema mecanizado de siembra presenta diversas ventajas sobre la siembra a voleo o a chorrillo:

- Ahorro de semilla entre el 30 a 50 %.
- Uniformidad en la distribución de los surcos.
- Profundidad de siembra, según necesidades.
- Permite el laboreo entre líneas.

5.2. Estimación de la producción del cultivo de trigo en la campaña de invierno 2021 del departamentode Santa Cruz

La ejecución de planes y programas en las diferentes zonas de producción del país, depende directamente de la disponibilidad de información geo estadística y un conocimiento claro de la superficie ocupada por los principales cultivos, y la tendencia de producción y rendimiento.

El conocimiento de la diversidad de los cultivos y su distribución geográfica, resulta muy importante tanto para la actividad privada, como para el Estado, con el propósito de mejorar la calidad de sus intervenciones y satisfacer los requerimientos propios de un proceso de planificación. En ese marco, el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural ha utilizado los sensores remotos, sistemas de procesamiento de imágenes digitales, para realizar estudios de monitoreo, identificación y cuantificación de cultivos.

En este sentido, se identificó y cuantificó las zonas de cultivo de trigo, a partir de la captura, procesamiento y análisis digital de imágenes satelitales de resolución espacial adecuada ha permitido evaluar las variables meteorológicas y estimar su producción para la campaña de invierno 2021. Efectuándose las siguientes tareas:

- Procesamiento de imágenes satelitales de variables meteorológicas que cubran las zonas de cultivos de trigo.
- Tratamiento e interpretación de las imágenes de satélite para la identificación de la superficie cultivada de trigo.
- Estimar los volúmenes y rendimientos proyectados en las zonas productoras de cultivo de trigo.

El factor más importante para obtener los volúmenes estimados de la producción del cultivo de trigo depende directamente de la precipitación y la temperatura suelo, en este caso de la acumulación en la superficie caracterizada por los pisos ecológicos en las zonas de producción.

En ese contexto, se ha focalizado las comunidades dedicadas a la producción agrícola, analizando su

distribución, las conexiones y la correlación entre los datos y la representación espacial, para lo cual, se empleó los datos del Censo Nacional Agropecuario del año 2013, como línea base, Encuesta Agropecuaria del 2015 – INE, los volúmenes de producción agrícola proyectados en el Plan Sectorial del MDRyT de 2017 y el Atlas de Vocaciones y Potencialidades Productivas, 2019.

En esa línea metodológica, la información de las comunidades agro productivas se estructuro de acuerdo a condiciones de clasificación por la cantidad de producción, y fueron sometidos a criterios algebraicos de carácter cartográfico; resultando información cuantitativa y cualitativa de aquellos volúmenes de producción que se manifiestan en el espacio territorial de acuerdo al tipo de actividad agrícola.

Se obtuvo imágenes satelitales de la época húmeda (mayo, junio y julio) en una serie de tiempo de 2011 al 2021, debido principalmente a que partir del año 2010, en adelante, los efectos del cambio climático inciden en el proceso de frecuencia paramétrica de la precipitación y temperatura a nivel nacional. El conjunto de datos de los productos satelitales, se detallan a continuación:

- Precipitación acumulada mensual, obtenidas del sensor TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission)
- Temperatura suelo día mensual, obtenidas del sensor MODIS-Terra (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer)
- Índice de vegetación NDVI obtenidas del sensor MODIS-Terra
- Evapotranspiración, obtenidas del Modelo GLDAS (Global Land Data Assimilation System)
- Modelo Digital de Elevación obtenido de SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

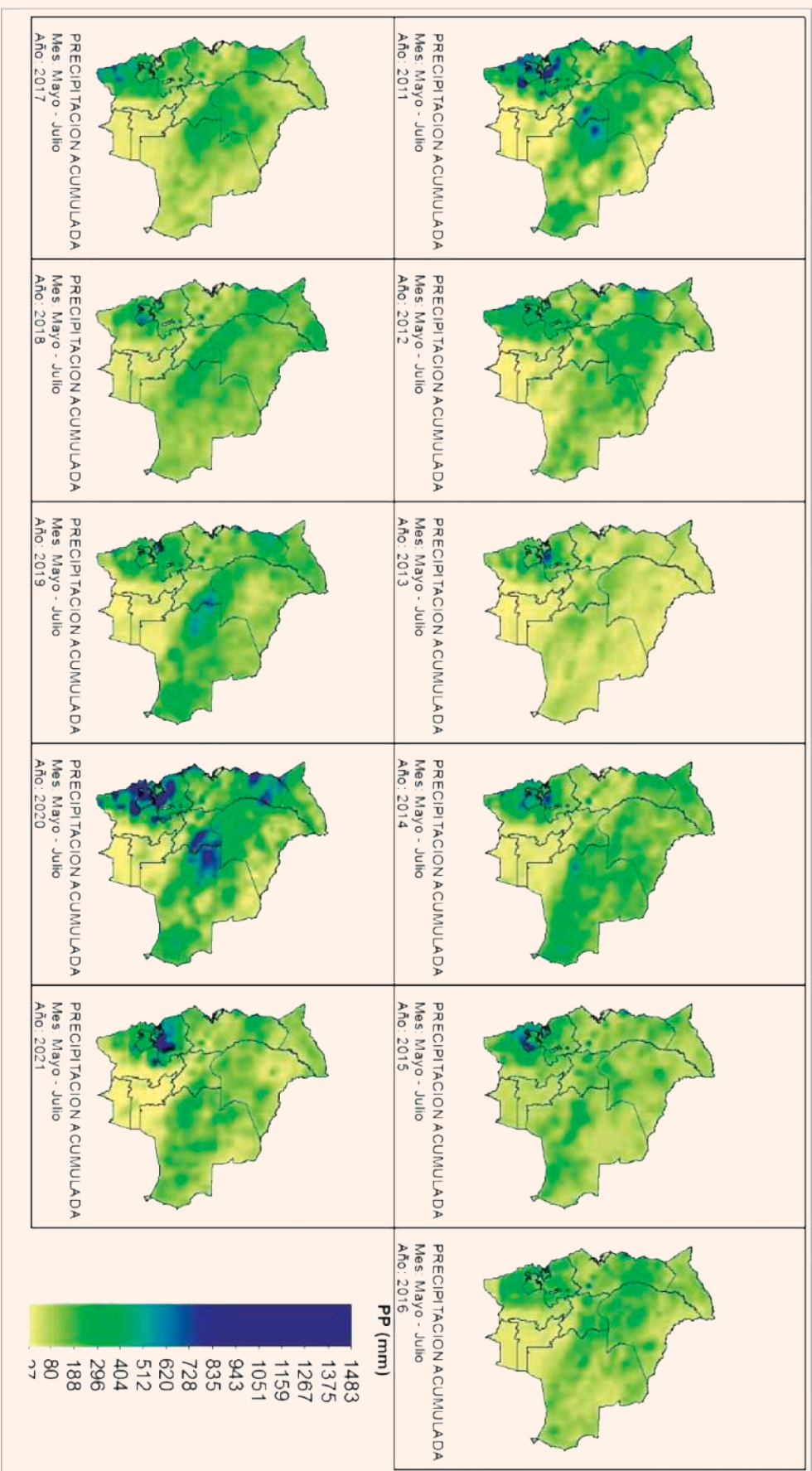
Se utilizó la tecnología de geo procesamiento de datos de tipo raster; en el software QGis 3.16, se procedió al análisis de la variabilidad meteorológica y su correlación la producción del cultivo de trigo, abordándose desde dos perspectivas: una es la aplicación de la geo estadística; empleándose el software estadístico Rstudio, y otra es el análisis multivariado de las imágenes de satélite empleándose el Google Engine.

5.2.1. Análisis del comportamiento espacial de la precipitación acumulada en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

En la época seca a partir del año 2011, el comportamiento del promedio mensual de la precipitación acumulada presenta una distribución de acumulación en un 35% en las zonas de producción del departamento de Santa Cruz. Este comportamiento disminuye para el año 2014, debido al comienzo notorio de la deforestación de especies maderables y agroforestales de las zonas boscosas de la Región Amazónica donde se encuentra la mayor extensión de zonas boscosas, aportantes de grandes volúmenes de vapor de agua; componente de origen para la descarga de precipitación en las principales zonas de cultivo. En el año 2015, ocurre un excedente en la descarga de las precipitaciones que se acumulan en un 50% de la superficie de cultivo, provocando exceso de humedad en los cultivos de trigo afectando a su crecimiento fenológico. Entre los años 2016 al 2018, el comportamiento de la precipitación acumulada pre-

sentó niveles intermedios de acumulación a lo largo de los tres pisos ecológicos. El año 2019, la precipitación acumulada presentó un descenso de casi 50mm en su acumulación que está distribuida al noreste del departamento de Santa Cruz, debido a los focos de calor y las zonas en quemadas progresivas, donde además se genera la mayor cantidad de evapotranspiración por efecto de la energía calorífica reflejada en su cobertura boscosa. El efecto contrario ocurre hacia el sur del área de estudio en las zonas altiplánicas, donde la disminución de la precipitación acumulada es abrupta afectando a los embalses del conjunto de los cuerpos de agua. Para los años 2020 y 2021, la precipitación acumulada presenta niveles muy bajos de cosecha que afectaron a los embalses de los cuerpos de agua y red hidrográfica destinados principalmente a las actividades de cosecha del cultivo de trigo.

Mapa 6: Distribución espacial temporal de la precipitación acumulada 2011-2021



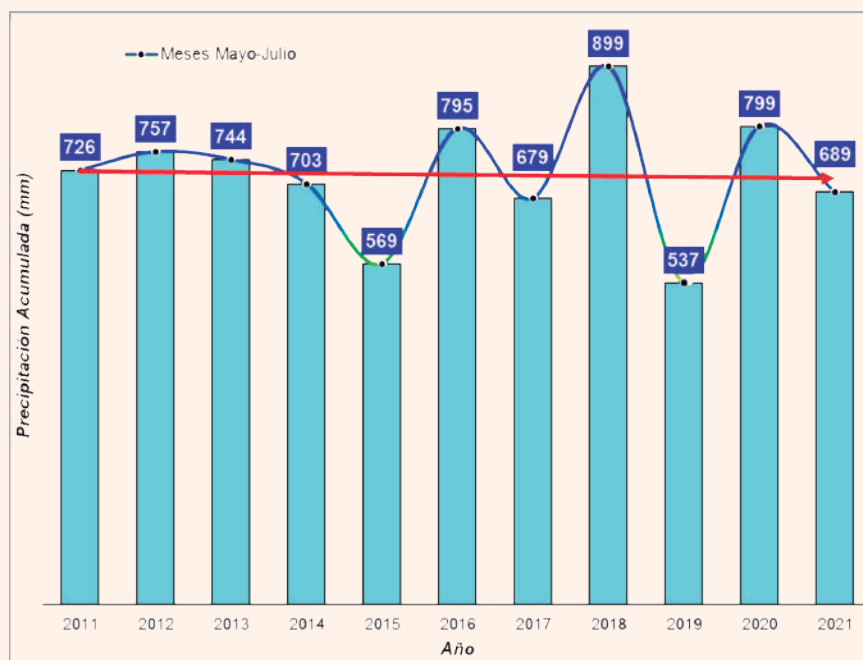
Fuente: DAPRO, 2021

Debido al marcado carácter estacional (que afecta a los tres pisos ecológicos) del clima en los departamentos de Santa Cruz, las implicaciones de las tendencias, son diferentes dependiendo de la estación del año y de la elevación y la variación térmica en las zonas productoras de trigo.

De manera, que se procedió a realizar el análisis de la distribución geográfica de la variable de la precipitación respecto a la altura, ya que, existe la posibilidad de error de sensoramiento por pixel, es decir; el sensor

del satélite obtiene el valor de la precipitación acumulada como si esta fuese dentro de una superficie plana, pero las diferencias de alturas prominentes distribuidas desde la región amazónica hacia la región altiplánica, pueden afectar al resultado y evaluación de los datos de la precipitación acumulada. Cabe resaltar que el procedimiento se restringe al cambio relativo promedio, empleando métodos estadísticos de series de tiempo para determinar la tendencia y establecer el patrón de la precipitación en los años y meses mencionados.

Gráfico 5: Dispersión de la PP acumulada mensual, meses mayo-julio, 2011-2021



Fuente: DAPRO, 2021

El gráfico 5, de acuerdo a los datos dispersos, muestra estadísticamente una tendencia decreciente del promedio mensual de la precipitación acumulada, para los meses de la época húmeda, de la serie de datos entre los años 2011 y 2021.

De acuerdo a este comportamiento para los meses de la época seca, se puede estimar que la precipitación acumulada tiende a bajar a razón de un 8%, esto significa la reducción aproximada de 11mm mensualmente, deducido a partir de la tendencia negativa del gráfico de dispersión.

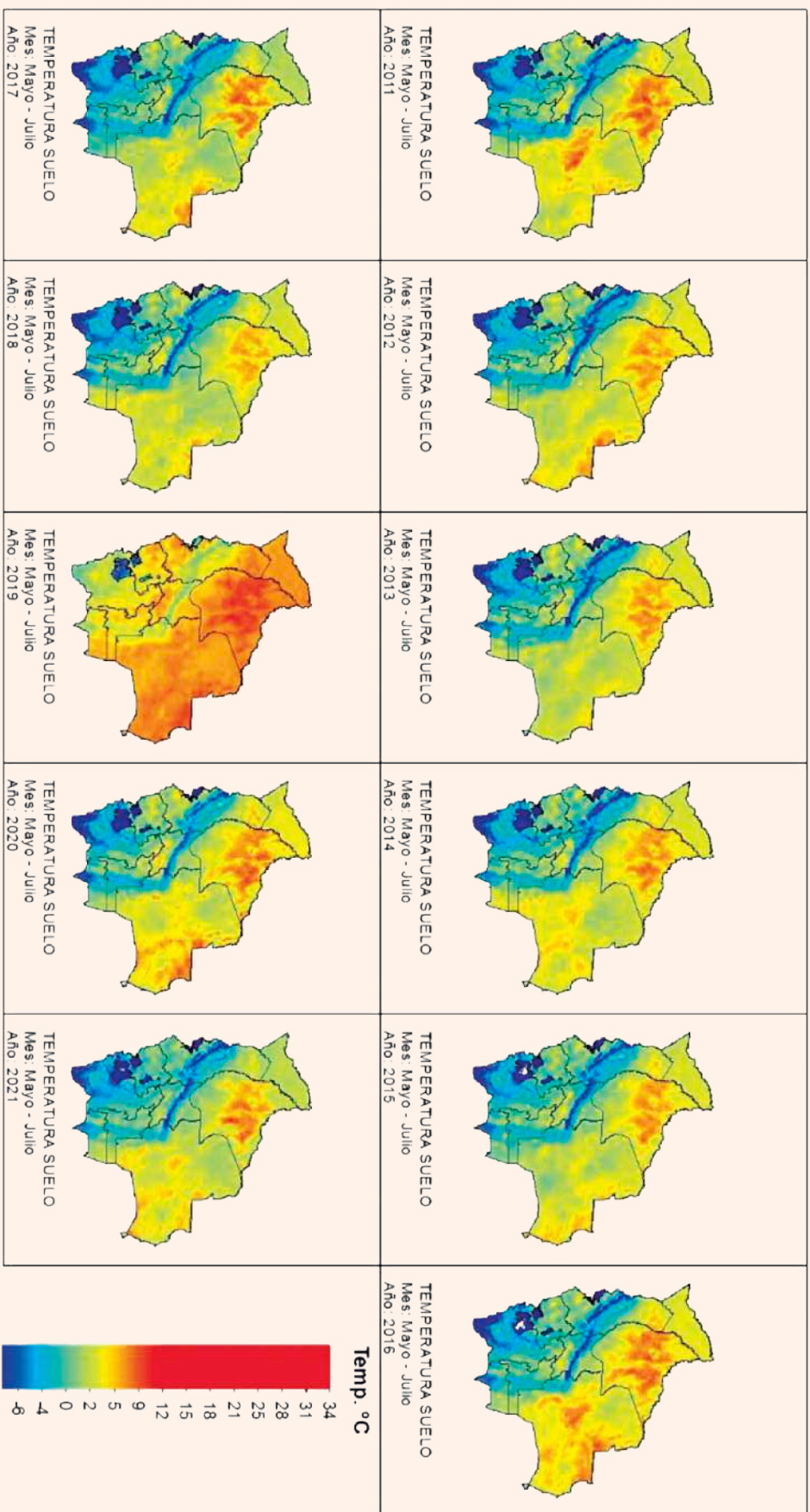
5.2.2 Análisis del comportamiento espacial de la temperatura suelo en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

La incidencia de la energía calorífica en la época seca entre los años 2011 y 2013, provocó en las zonas de producción emplazadas en el Norte Integrado del departamento de Santa Cruz, un incremento de la temperatura media en el suelo en 2.8 °C y en el resto de las zonas de producción

de trigo una temperatura suelo promedio que varía hasta los 1.7 a 2.5 °C, según su distribución geográfica. Los años 2014 y 2015, presenta un aumento de más del 5% de la temperatura suelo a lo largo de la extensión de la superficie del departamento de Santa Cruz, con respecto a los años anteriores; este aumento en las temperaturas se debe a que en estos años el efecto del fenómeno del niño se presentó con mayor fuerza.

En el año 2016 la temperatura del suelo baja de manera anómala aproximadamente en un 2%. A partir del año 2017 hasta el 2021, la temperatura promedio del suelo, aumentó considerablemente en un 5% con relación a los años anteriores, presentándose las mayores temperaturas en el suelo en la región del Chaco chuquisaqueño y tarijeño, debido a que en esta región la cobertura vegetal es escasa, por lo tanto al no poseer vegetación que pueda absorber la energía calorífica provocando que el suelo tienda a erosionarse y los cuerpos de agua sufran un acelerado proceso de evapotranspiración.

Mapa 7: Distribución espacial temporal de la temperatura suelo, 2011-2021

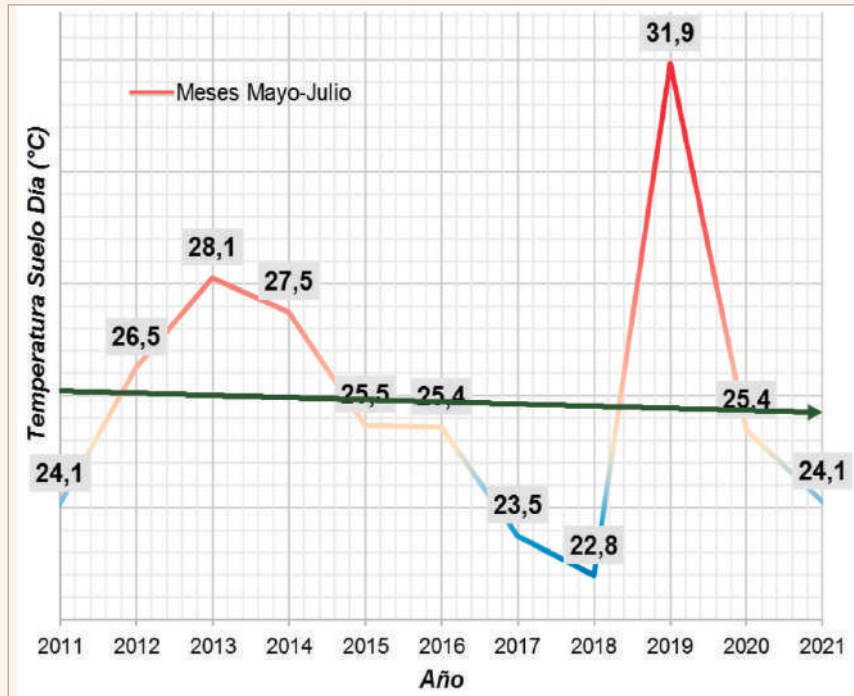


Fuente: DAPRO, 2021

De acuerdo a la distribución espacial del comportamiento de la temperatura del suelo en el día es posible deducir que la temperatura está en aumentando

no de forma simétrica más bien de manera acelerada provocando anomalías en ciclo normal de la evapotranspiración.

Gráfico 6: Dispersión de la temperatura suelo, meses mayo-julio, 2011-2021



Fuente: DAPRO, 2021

En el gráfico de dispersión, muestra el comportamiento de la temperatura en el suelo, entre los años 2011 al 2015. El promedio de temperatura suelo se incrementó en aproximadamente 1°C, para los años 2016 a 2020 se presentó una singularidad de la temperatura de tendencia decreciente con un valor de 1.9°C mensualmente en sus valores debido a la presencia del fenómeno del niño, este comportamiento puede ser considerado anómalo ya que en este periodo estacional las temperaturas normales abarcan entre los 22.1 a 23.2°C. En el año 2021 los valores de temperatura en el suelo disminuyeron en un 1.5°C, con respecto a los anteriores años.

En ese contexto, se estima aproximadamente de acuerdo a la tendencia de disminución de la temperatura en el suelo de 1.3°C mensualmente para los meses de la época húmeda.

5.2.3. Análisis del comportamiento espacial de la evapotranspiración en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

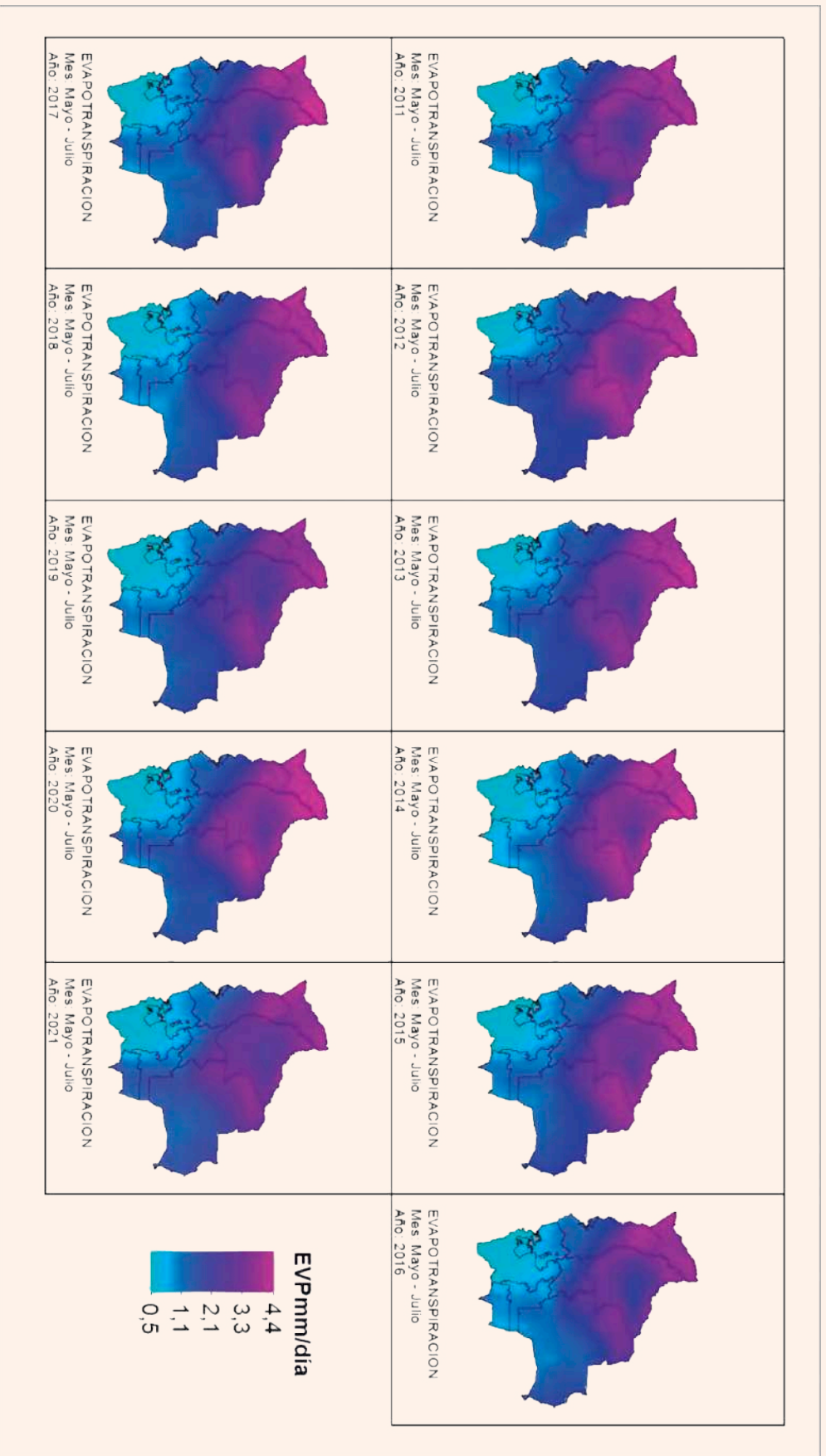
La variabilidad espacial de este factor meteorológico depende directamente de la temperatura suelo (energía calorífica); es decir, si la temperatura suelo es mayor entonces se concentra mayores niveles de evapotranspiración lo inverso ocurre cuando se presenta bajas temperaturas que implica similar comportamiento con la precipitación acumulada en función a la evapotranspiración total de los cuerpos de agua distribuidas en las zonas de producción del cultivo de trigo.

Cabe señalar que los valores mensuales de promedio de evapotranspiración tienden a ser generalizados siendo su unidad de medida milímetros por día, que refiere a la pérdida de agua por la incidencia de la energía calorífica.

La distribución geográfica de la evapotranspiración total en la época húmeda, para los años 2011 al 2016, ésta presenta en casi el 53% en las zonas de cultivo de trigo que abarca desde los llanos y Norte Integrado de Santa Cruz, y la zona productora de los valles de Cochabamba, y que aparecen con un valor máximo de 2.1 mm/día de evaporación total.

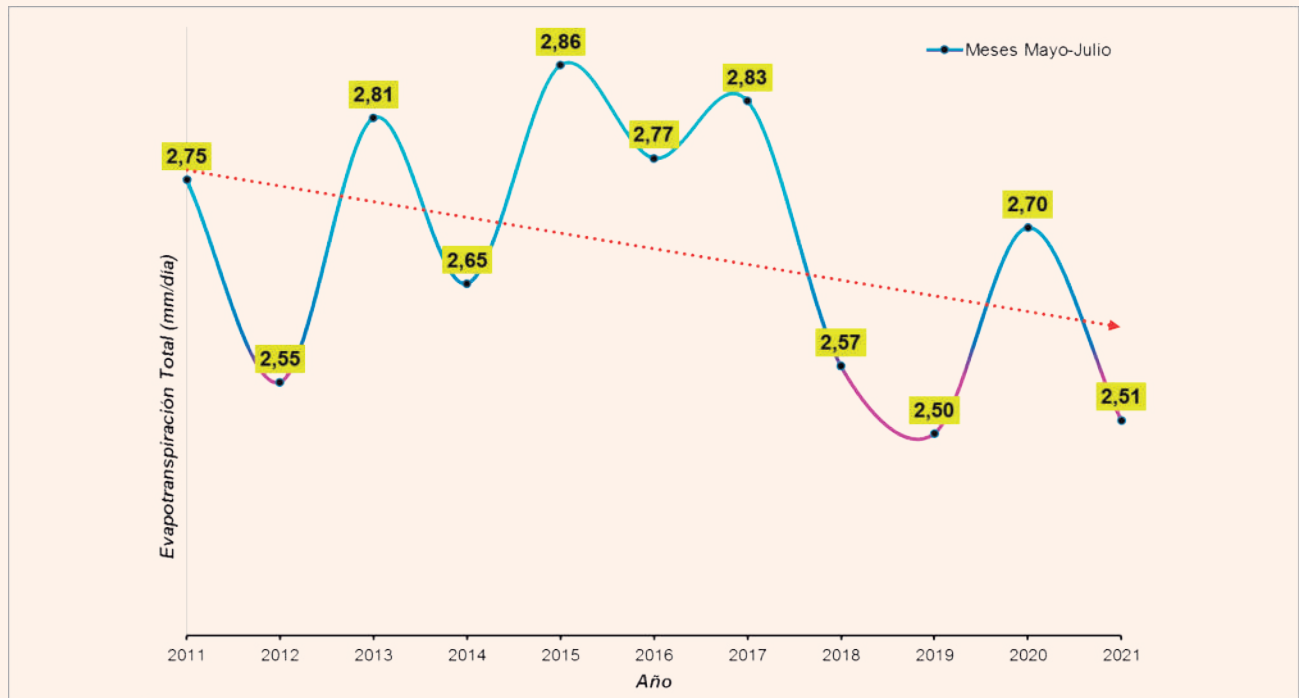
Desde el año 2017 al 2021, los valores de evapotranspiración presentan una disminución considerable en promedio máximo mensual de 4mm/día, esto se debe al aumento de las temperaturas del suelo en todas las zonas de cultivo de trigo, lo que produce una sobresaturación de la pérdida del vapor de agua en el crecimiento fenológico del trigo y del conjunto de los cuerpos de agua.

Mapa 8: Distribución espacial temporal de la evapotranspiración, 2011-2021



Fuente: DAPRO, 2021

En el gráfico 7, se muestra que entre los años 2011 a 2015 la pérdida de vapor de agua alcanzó aproximadamente a un valor de 0.5mm/día del promedio mensual, el valor evapotranspiración en el año 2016 puede ser considerado anómalo ya que está por debajo del promedio total mensual del conjunto de los datos. Entre los años 2017 al 2021, la evapotranspiración total presenta un aumento de aproximadamente 1.2mm/día del promedio mensual, en la pérdida de vapor de agua del conjunto de los cuerpos de agua y de las coberturas boscosa.

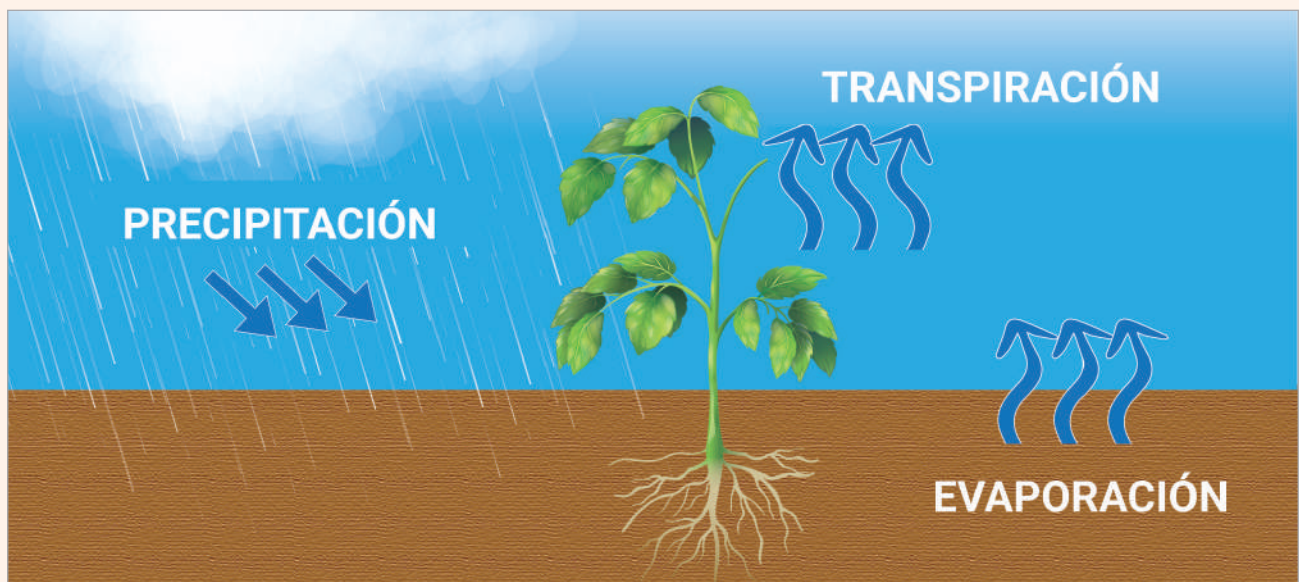
Gráfico 7: Dispersión de la evapotranspiración total, meses enero-marzo, 2011-2021

Fuente: DAPRO, 2021

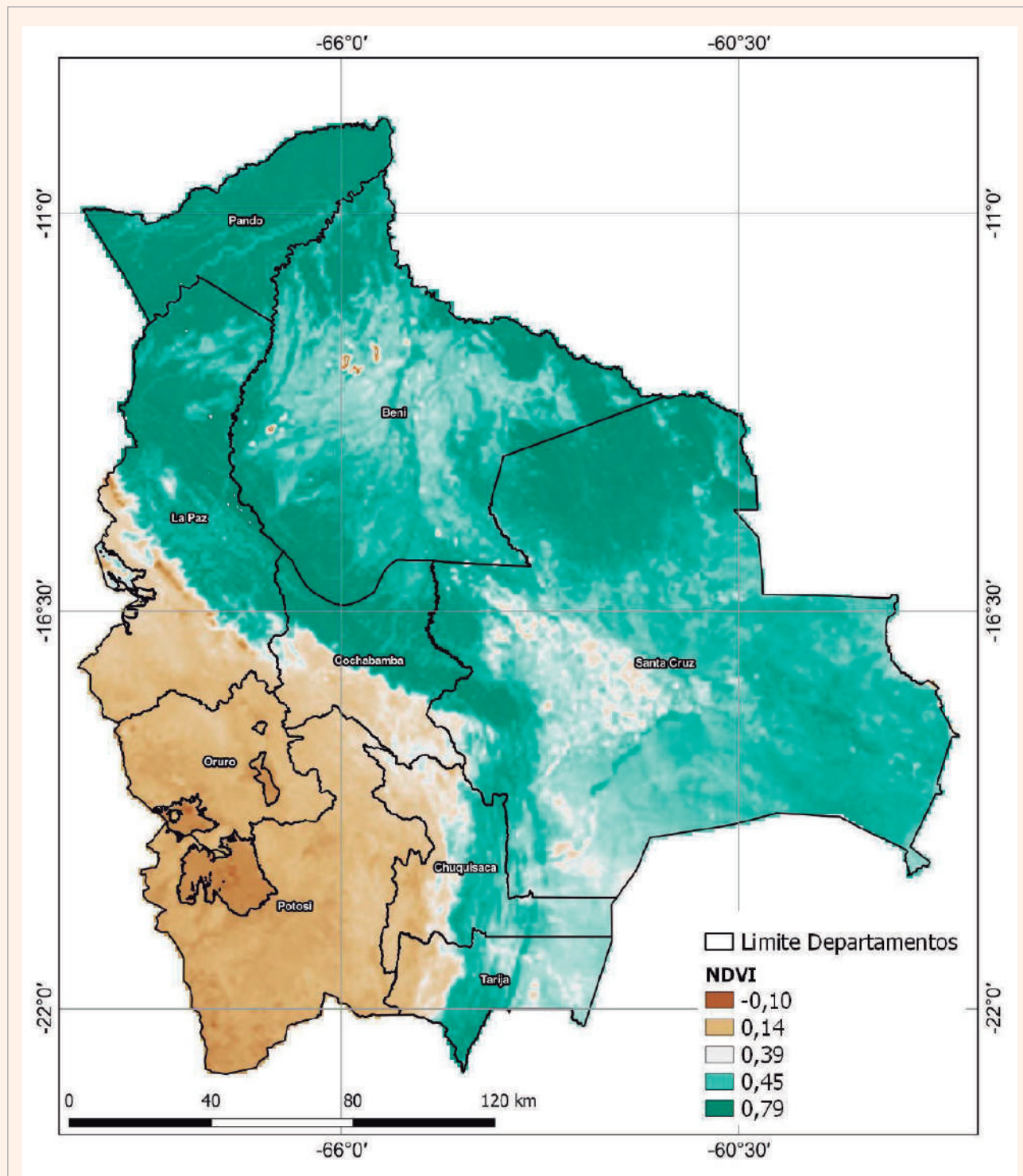
5.2.4. Análisis del comportamiento espacial de la evapotranspiración en las zonas productoras del departamento de Santa Cruz

La categorización de las unidades de vegetación se distribuye en la superficie de acuerdo a las condiciones del clima, suelo y topografía. A diferencia del mapeo de los patrones espaciales de la precipitación acumulada, temperatura suelo día y evapotranspira-

ción total; el mapeo del NDVI de los niveles digitales presentan variabilidad mínima en su interpretación, a tal efecto, se territorializará el promedio mensual total que comprenden a la época húmeda para los años 2011 y 2021.



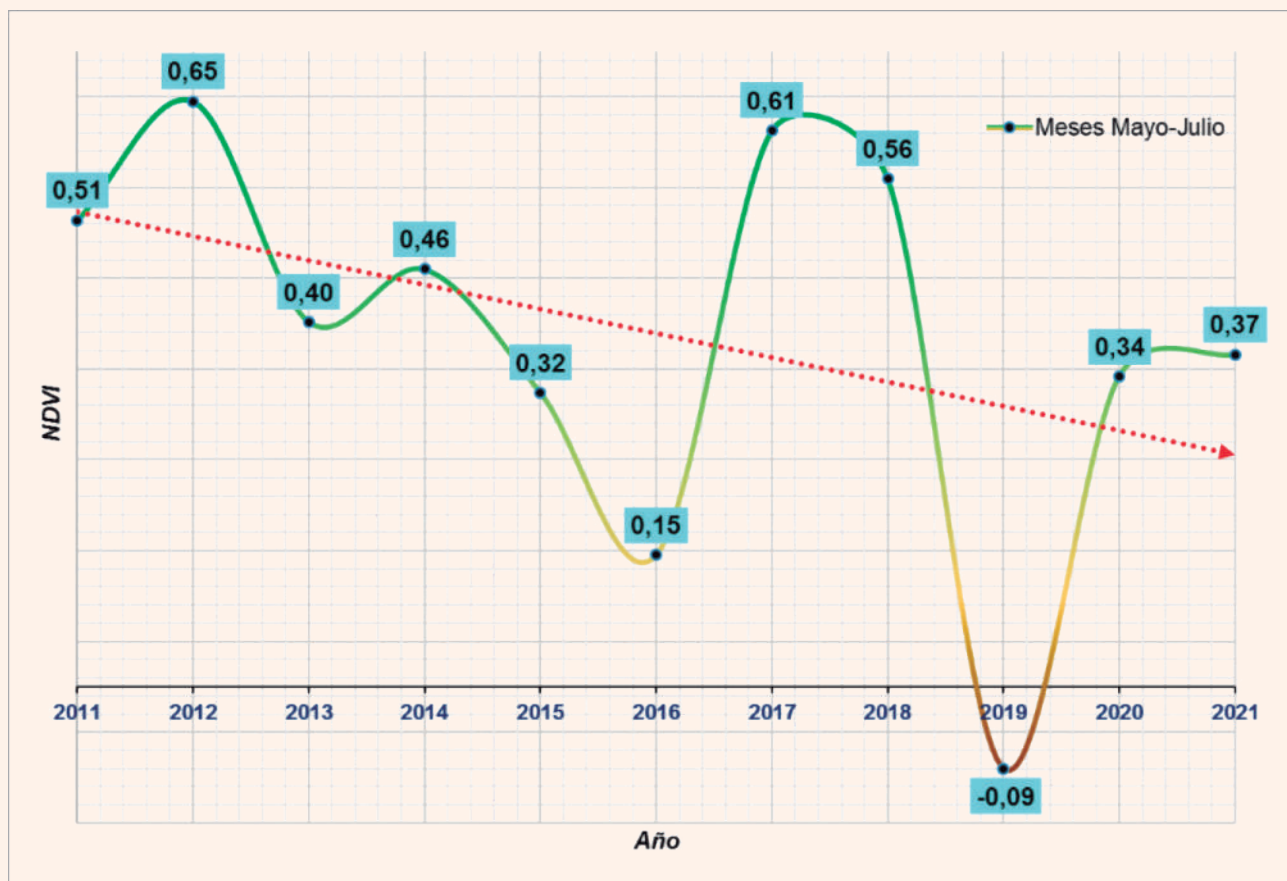
Mapa 9: Distribución espacio temporal del promedio mensual del NDVI, 2011 a 2021



Fuente: DAPRO, 2021

La distribución geográfica del comportamiento de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada por sus siglas en inglés), para la serie temporal objeto de estudio, muestra una mayor cobertura aproximadamente en 43% de suelos desnudos en la época húmeda; esto se debe a la deforestación expansiva y ampliación de la frontera agrícola.

Gráfico 8: Tendencia del promedio mensual del NDVI, meses mayo-julio, 2011-2021



Fuente: DAPRO, 2021

Las unidades de vegetación presentaron entre los años 2011 y 2016 condiciones normales de distribución de vegetación de acuerdo a las condiciones ambientales propias de la estación. Se presenta diferencias en las tendencias de las anomalías de NDVI a lo largo de los meses de la húmeda en el año 2017.

Las unidades de vegetación con pasto verde con baja cobertura presentaron anomalías negativas (NDVI inferior al promedio) en la época húmeda, lo cual puede relacionarse con la deforestación en la región amazónica, que afectó a las zonas con cobertura boscosa de la región de los Valles. Para el resto de las unidades se observa una tendencia positiva de las anomalías del NDVI hasta mediados de diciembre y luego se observa una tendencia decreciente.

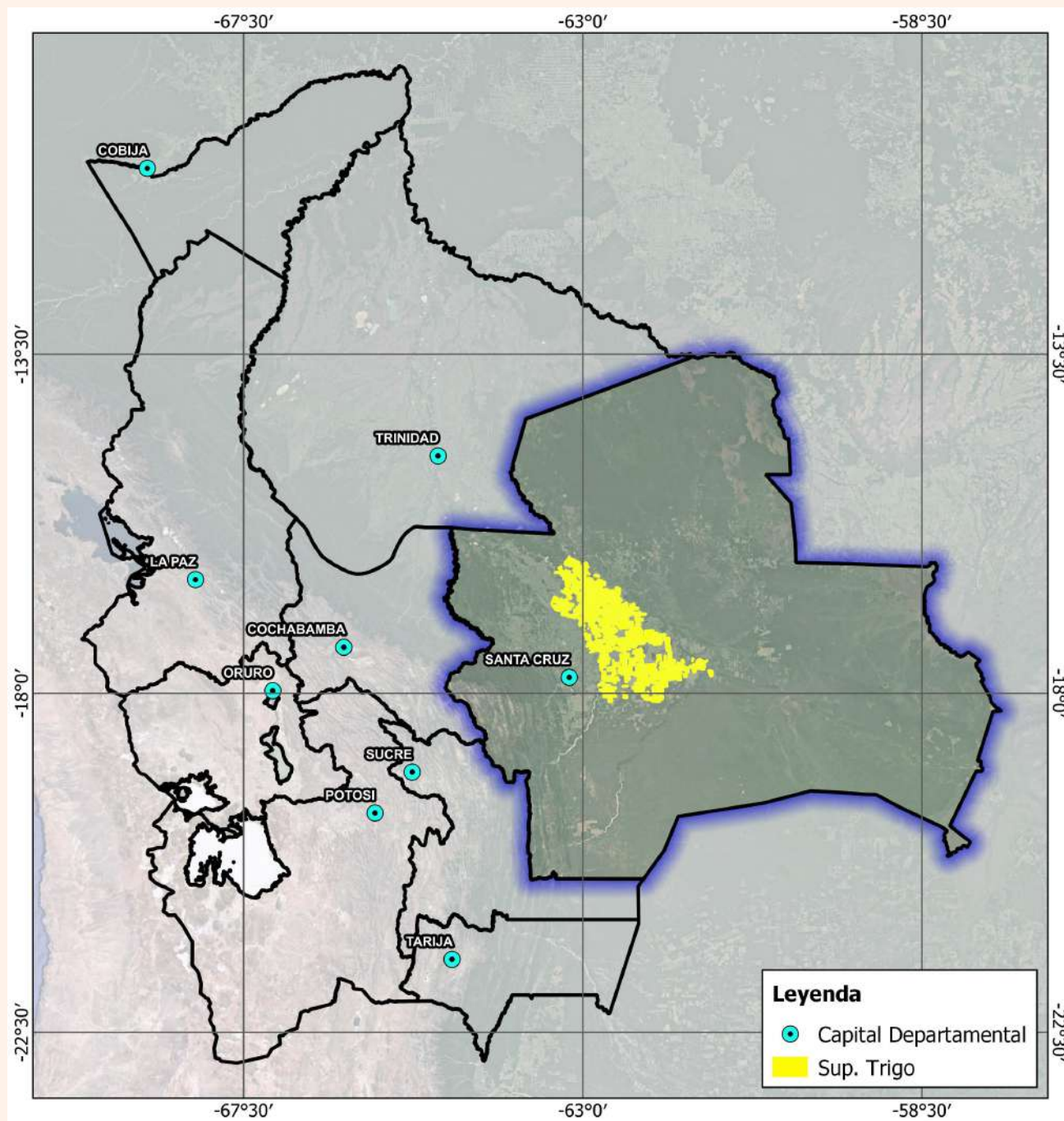
En ese entendido, se estima que las unidades de vegetación tienden a la desertificación, erosión de los suelos y pérdida de la humedad en las zonas productoras, debido

principalmente a los incendios forestales del año 2019 que provocaron pérdida en el índice de humedad en las zonas productoras de trigo entre otros.

5.2.5 Identificación de la superficie de cultivo de trigo del departamento de Santa Cruz

La identificación de los procesos de clasificación para las imágenes de satélite Sentinel 2, fueron realizadas a través de pruebas para los conglomerados existentes en diferentes municipios del departamento de Santa Cruz. A través de estas pruebas geoespaciales, se consolidaron los pasos a realizar para integrar de forma efectiva los insumos y se identificaron los actores del proceso, obteniendo el flujo metodológico, correspondiente a los procesos que permiten realizar la clasificación a partir de la imagen satelital para la identificación de los cultivos de trigo. En el Anexo 1, se detalla la metodología de procesamiento empleada.

Mapa 10: Identificación de superficies de cultivos de trigo campaña de invierno 2021



Fuente: DAPRO, 2021

Con las imágenes resultado de la clasificación supervisada donde se identificó las áreas de cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz, se procedió a poligonizar estas zonas de cultivo identificadas para calcular el área aproximada de cultivos de trigo para la campaña de invierno.

Tabla 4: Santa Cruz. Superficie identificada de trigo en las zonas de cultivo para la campaña de invierno 2021

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	SUPERFICIE IDENTIFICADA (Ha)
Santa Cruz	Pailón	48.707,77
	Cuatro Canadas	32.746,80
	San Julián	22.765,86
	Okinawa Uno	11.544,96
	El Puente	4.384,41
	Fernandez Alonso	4.187,09
	San Pedro	3.681,80
TOTAL		128.019

Fuente: DAPRO, 2021

De acuerdo al análisis y procesamiento geoestadístico del resultado del mapa 10 y figura 8 de la imagen clasificada, se observa que en el departamento de Santa Cruz tiene una superficie aproximada de 128.019 Ha, que representa el 93% de área cultivada a nivel nacional en la campaña de invierno; donde el municipio de Pailón tiene la mayor superficie de cultivos de trigo.

Las superficies identificadas cultivadas de trigo son susceptibles a ser afectados en la cantidad producida por la variabilidad de la precipitación acumulada estacional en la época de siembra.

En ese contexto, se realizó el cálculo estimado de la precipitación acumulada para el año 2021 empleando el modelo geoestadístico de regresión lineal múltiple para la época de siembra para la campaña de invierno, tomándose en cuenta que para su crecimiento fenológico se requiere una precipitación de 150 a 300mm y a una temperatura suelo entre 15 y 24 °C.

Para estimar la producción del cultivo de trigo, se empleó la colección de imágenes de satélite meteorológicas (citadas en el punto 4.3.2) de precipitación acumulada, temperatura suelo, evapotranspiración y el índice de vegetación, bajo un análisis de multivariante, se aplicó un modelo un modelo geoestadístico de regresión lineal múltiple para las áreas de cultivo de trigo identificadas por las imágenes de satélite.

Este modelo ajustado tiene un 90% de confianza y un coeficiente de correlación múltiple del 94%.

$$Prod. (Tm) = -66353,29 + 59,45 \sum PP + 5704,11 \sum TEMP + 20433,30 \sum EVP + 7844,33 \sum NDVI + MDT$$

Aplicando este modelo de regresión lineal múltiple, se obtuvieron los volúmenes proyectados de producción y rendimiento para la campaña de verano en las zonas productoras de trigo.

Tabla 5: Estimación de producción y rendimiento campaña de invierno 2021 cultivo de trigo

Dpto.	Superficie identificada (Ha)	PP (mm) mínima may - jul 2021	PP (mm) estimada may - jul 2021	Variación de PP (mm) may - jul 2021	Estimación de producción campaña inv. 2021 (Tm)
Santa Cruz	128.019	150 - 300	124 - 362	88	257.318

Fuente: DAPRO, 2021

En la tabla 5, se describe la comparación de valores estimados de precipitación acumulada calculados a partir del modelo geoestadístico para la época seca respecto a la precipitación mínima requerida para el crecimiento fenológico del cultivo de trigo.

Las zonas productoras de trigo el departamento de Santa Cruz tendrá una producción estimada de más de

257.318 Tn y un rendimiento aproximado de 2.0 Tn/ha, pero se debe tomar en cuenta los altos niveles de temperatura suelo, considerando que a mayor temperatura mayor la pérdida de humedad. Por otro lado, las condiciones atmosféricas provocan los descensos bruscos de temperatura suelo desarrollándose heladas al punto de congelación que podrían afectar a los valles cruceños en la campaña de invierno 2021.



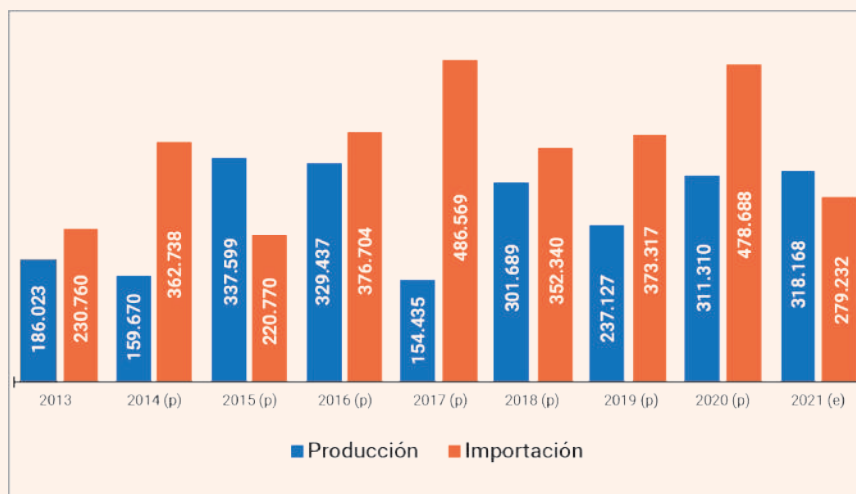


6. Dinámica de importación de los derivados del trigo

6. Dinámica de importación de los derivados del trigo

De acuerdo a información del INE se tiene el siguiente comportamiento en referencia a la producción e importación de trigo.

Gráfico 9: Bolivia - Producción e importación del grano trigo en toneladas



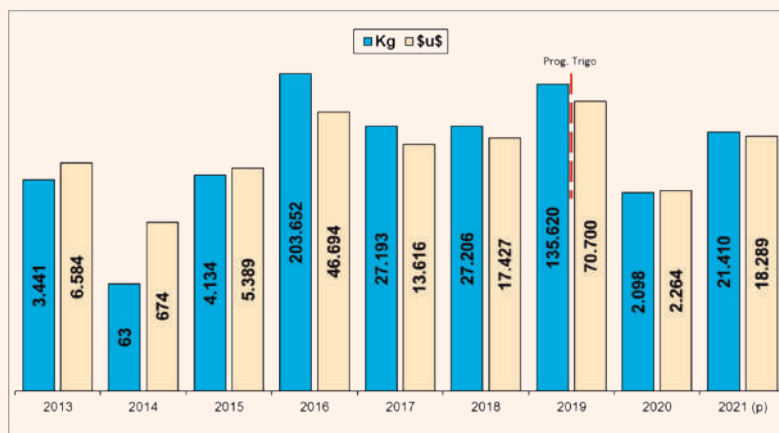
Fuente: SIIP-DAPRO, 2021 (e) importaciones a octubre de 2021

En el gráfico 9, se observa el comportamiento de la producción del cultivo de trigo a nivel nacional, considerando que la implementación del Programa de Trigo se efectuó desde el año 2019, se evidencia un incremento de 24.000 Tm con respecto al año 2020 y un incremento de casi 7.000 hacia el año 2021. Por otro lado, en el año 2020 la importación de harina de trigo tuvo un incremento del 24% respecto al 2019, es decir: 74.183 Tm. Con el enfoque de la sustitución de importaciones se enfatiza en fortalecer el programa multisectorial del trigo con el objetivo de mejorar la capacidad productiva del cultivo del grano en el entendido de aumentar sosteniblemente el rendimiento con el propósito de industrializar de manera creciente los derivados de trigo.

6.1 Importación de la semilla de trigo

En el año 2019 la importación de semilla de trigo tuvo un valor de \$us 70.700 y un volumen de 135.620 kg. A partir de la ejecución del programa trigo en el año 2019, se observa una reducción en volumen de importación de semilla de trigo en el año 2020 y al mes de octubre del año 2021.

Gráfico 10: Bolivia importación de semilla de Trigo



Fuente: SIIP-DAPRO, (p) importaciones a octubre de 2021

6.2 Destino de la producción de trigo

A continuación, se refleja la orientación y prioridad del destino de la producción de trigo en las dos zonas productoras. En los valles principalmente para el consumo y en el oriente para el mercado.

6.2.1 Zona occidental

La producción de trigo en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Potosí y Tarija se destinaron en promedio a los siguientes usos: 33,4% al autoconsumo, 10,3% para semilla, 15,8% transformación artesanal y 32,6% a la venta para uso industrial o artesanal. La comercialización en este caso se la lleva a cabo en las

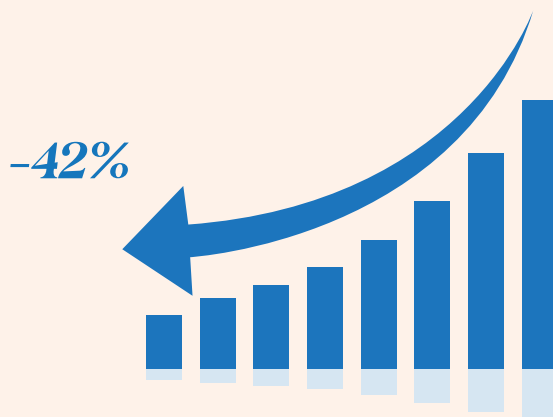
ferias locales, donde de manera gradual se realiza la venta en función de las necesidades o llevando directamente a los molinos. En muchos casos la intervención de los intermediarios, también llamados rescatistas, es importante ya que realizan el acopio en los lugares de producción. (Ver tabla 6)

Tabla 6: Destino de la producción de la zona de los valles (%)

Dpto.	% Consumo		% para semilla	% para transformación	% pérdidas post cosecha	% Ventas		Otros
	Hogar	Animal				Nacional	Exterior	
Cochabamba	32,5	0,2	16,0	16,2	2,4	30,2	0,1	2,3
Potosí	34,6	2,1	12,5	25,5	0,7	23,6	0,0	1,0
Chuquisaca	32,9	5,9	8,7	9,7	3,3	36,5	0,0	3,1
Tarija	18,7	3,7	3,9	11,8	18,6	39,9	0,0	0,2
Promedio	29,7	3,7	10,3	15,8	6,3	32,6	0,0	1,7

Fuente: AEMP (2012) "Estudio de la Harina de Trigo"

Bolivia importó menos de 200.000 Tm el año 2021, resultado gracias a los programas de fomento a la producción de Trigo



Esta distribución se da cuando existe una buena producción, cuando la cosecha es mala, en contrapartida, alrededor del 80% se destina para consumo y el 20% para semilla.

6.2.2. Zona oriental

En el área oriental, la distribución es diferente, aproximadamente el 90,9% de la producción es destinada a la venta, principalmente a los molineros, un 0,4% a la transformación, el 0,8% se destina para semilla y el 3,1% para su consumo. (Ver tabla 7)

Tabla 7: Destino de la producción de la zona oriental (%)

Dpto.	% Consumo		% para semilla	% para transformación	% pérdidas post cosecha	% Ventas	
	Hogar	Animal				Nacional	Exterior
Santa Cruz	3,1	0,0	0,8	0,4	4,9	90,9	0,0
Promedio	3,1	0,0	0,8	0,4	4,9	90,9	0,0

Fuente: AEMP (2012) “Estudio de la Harina de Trigo”

Sin embargo, por las condiciones climáticas y la presencia de las enfermedades que atacan al cultivo, la mayoría de los agricultores medianos y grandes comercializan su producción a los molineros y EMAPA.



A blurred combine harvester is visible in the background, working in a vast field of golden wheat. The foreground shows the texture of the wheat stalks in detail.

7. TRANSFORMACIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DEL TRIGO

7. Transformación e industrialización del trigo

La industria procesadora de trigo en Bolivia se compone por las siguientes industrias: Molinera, de pastas y de galletería. De estas tres la de mayor relevancia

es la industria Molinera dado que genera insumos para otras industrias como la de panificación y de repostería.

Tabla 8: Número de unidades productivas vigentes

Rubros	Unidades productivas	Porcentaje
Beneficiado y elaboración de productos de molinería	45	10%
Elaboración de pastas, macarrones y fideos	30	7%
Elaboración de productos de panadería	352	83%
Total	429	100%

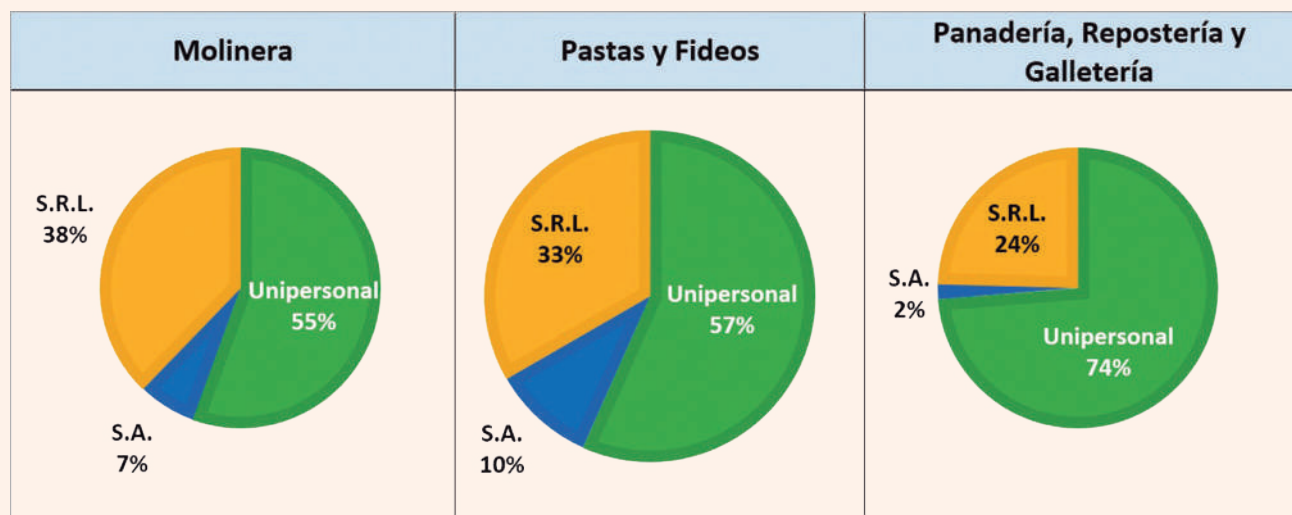
Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

7.1 Composición de la industria

Las unidades productivas de este sector industrial pertenecen básicamente a tres rubros, siendo la elaboración de productos de panadería la actividad predominante

con las tres cuartas partes de las unidades productivas de esta composición. (Ver tabla 8)

Gráfico 11: Tipos de sociedades en las industrias molinera, de pastas, fideos, panadería y repostería



Fuente: DAPRO - Elaboración propia en base al registro de comercio 2020

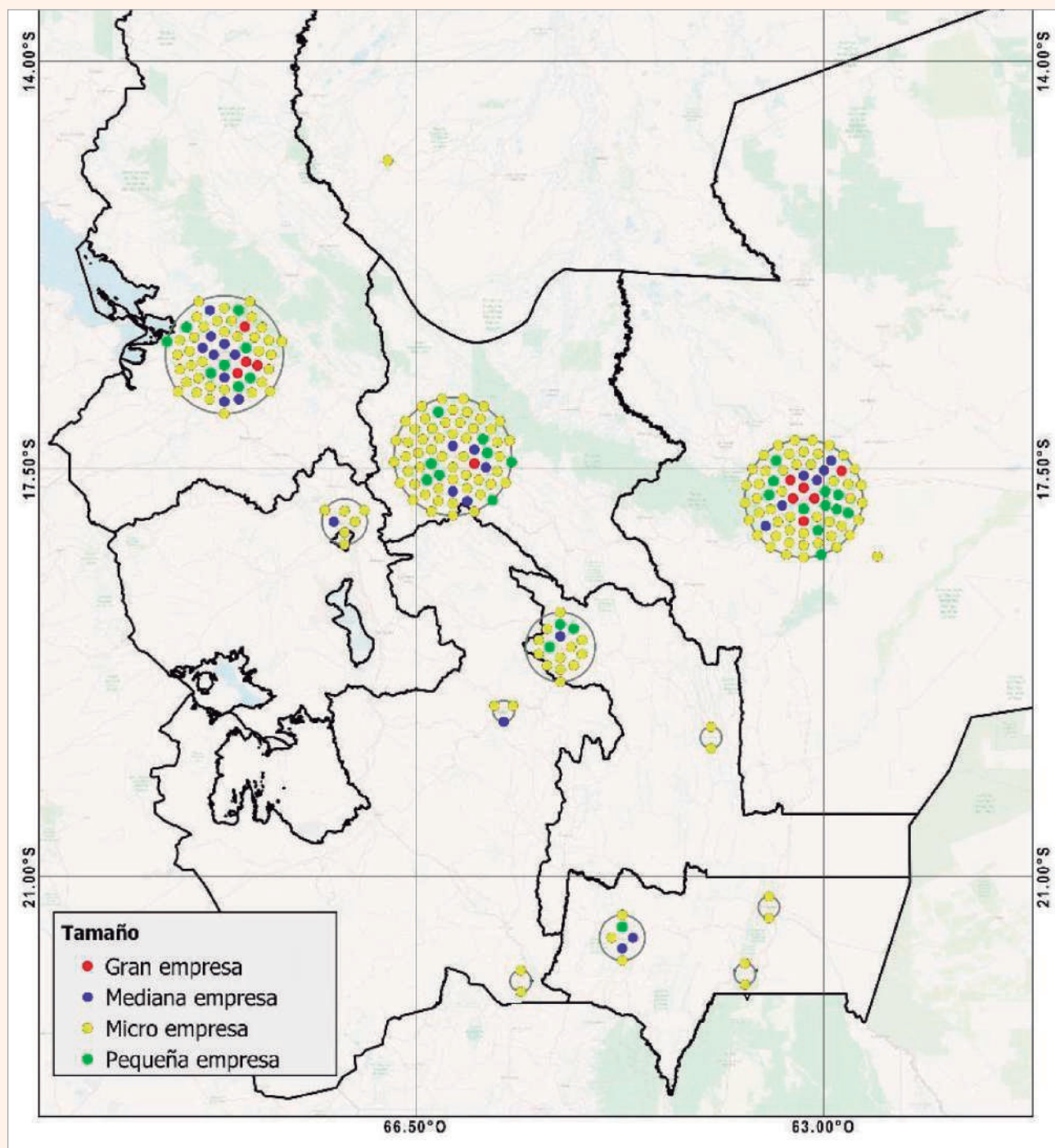
Las industrias: Molinera, de pastas, fideos, panadería, repostería y galletería están compuestas principalmente por empresas Unipersonales. (Ver gráfico 11)

En la industria molinera el 55% de las empresas son unipersonales, el 7% sociedades anónimas y el 38% sociedades de responsabilidad limitada.

La industria nacional de pastas está compuesta por: 57% empresas unipersonales, 33% sociedades de responsabilidad limitada y el 10% sociedades anónimas.

La industria de productos de panadería se compone de la siguiente manera: El 74% de las empresas unipersonales, el 24% sociedades de responsabilidad limitada y solo el 2% de sociedades anónimas.

Mapa 11: Distribución georeferenciada por tamaño de empresa de la industria del trigo



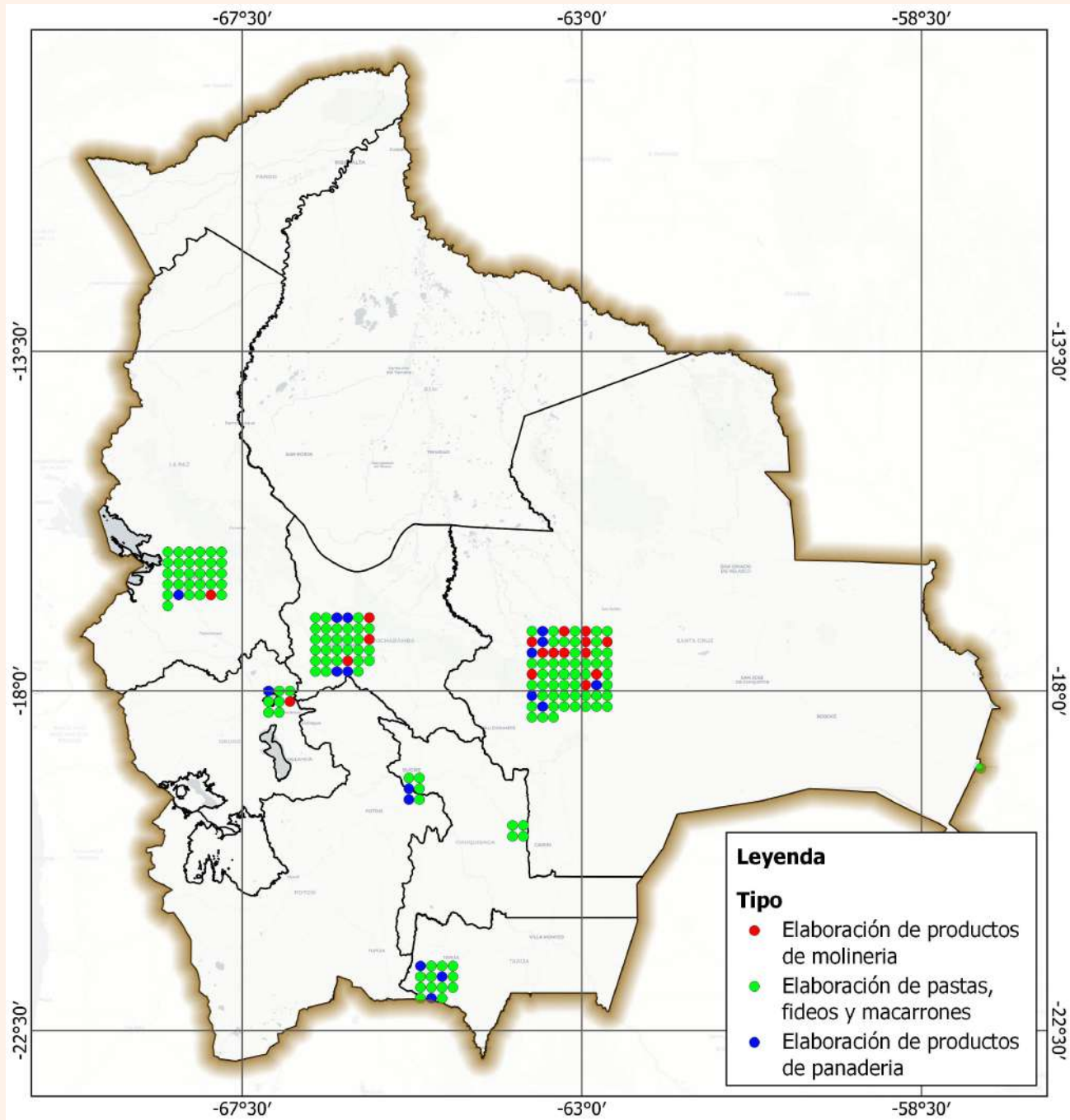
Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Según el registro de comercio, la industria molinera se compone por aproximadamente 45 empresas ubicadas principalmente en Cochabamba, seguido de La Paz y Santa Cruz. La industria de pastas, macarrones y fideos se compone por 30 empresas concentradas

principalmente en Santa Cruz, seguidas por Cochabamba y La Paz.

La industria de productos de panadería está compuesta por 354 empresas ubicadas principalmente en Santa Cruz, La Paz y Cochabamba.

Mapa 12: Distribución georreferenciada de actividades y servicios de las empresas manufactureras de procesamiento de trigo



Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Tabla 9: Industrias molinera, de pastas, fideos, panadería y repostería por departamento

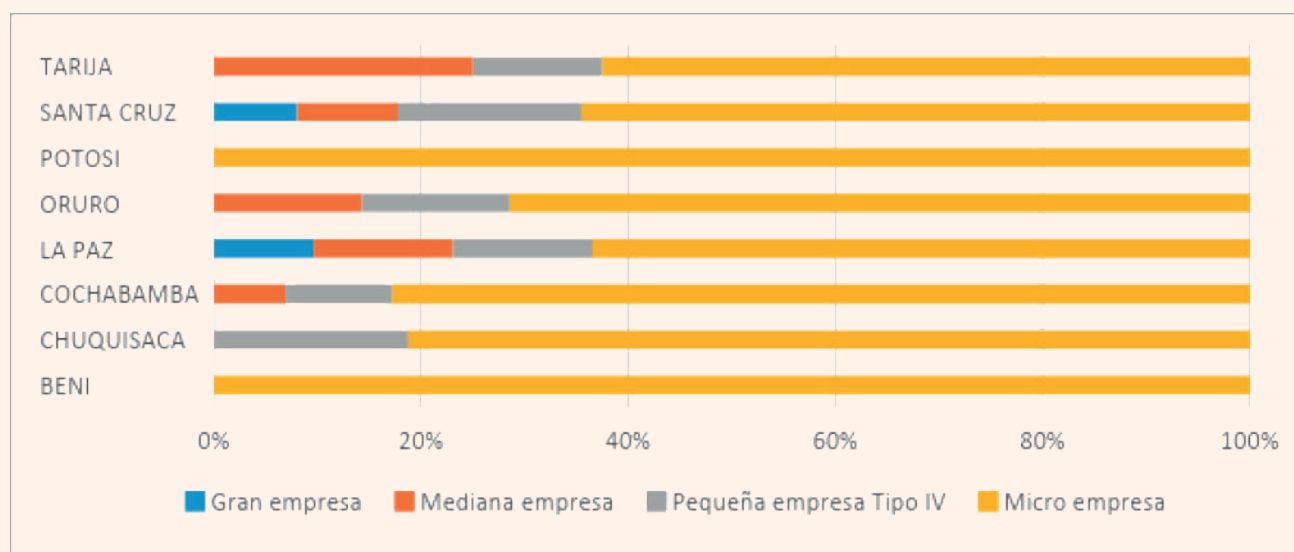
Rubro	Unidades Productivas	Porcentaje
Elaboración de productos de panadería	354	100%
Beni	12	3%
Chuquisaca	23	6%
Cochabamba	83	23%
La Paz	86	24%
Oruro	9	3%
Potosí	5	1%
Santa Cruz	126	36%
Tarija	10	3%
Beneficiado y elaboración de productos de molinería	45	100%
Beni	1	2%
Chuquisaca	4	9%
Cochabamba	12	27%
La Paz	11	24%
Oruro	2	4%
Potosí	1	2%
Santa Cruz	11	24%
Tarija	3	7%
Elaboración de pastas, macarrones y fideos	30	100%
Chuquisaca	1	3%
Cochabamba	7	23%
La Paz	12	40%
Oruro	2	7%
Potosí	1	3%
Santa Cruz	5	17%
Tarija	2	7%
Total general	429	

Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio

En la industria molinera, de pastas, fideos, panadería y repostería; los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz registran una diferencia marcada en todos los rubros de elaboración y beneficiado, incluso teniendo la sumatoria de los demás depar-

tamentos, no alcanzaría el volumen de los primeros. Santa Cruz lleva la delantera en la elaboración de productos de panadería con el 36% y La Paz con la elaboración de pastas, macarrones y fideos con un 40%. (Ver tabla 9)

Gráfico 12: Industrias, panadería y repostería por departamento y tamaño de empresa

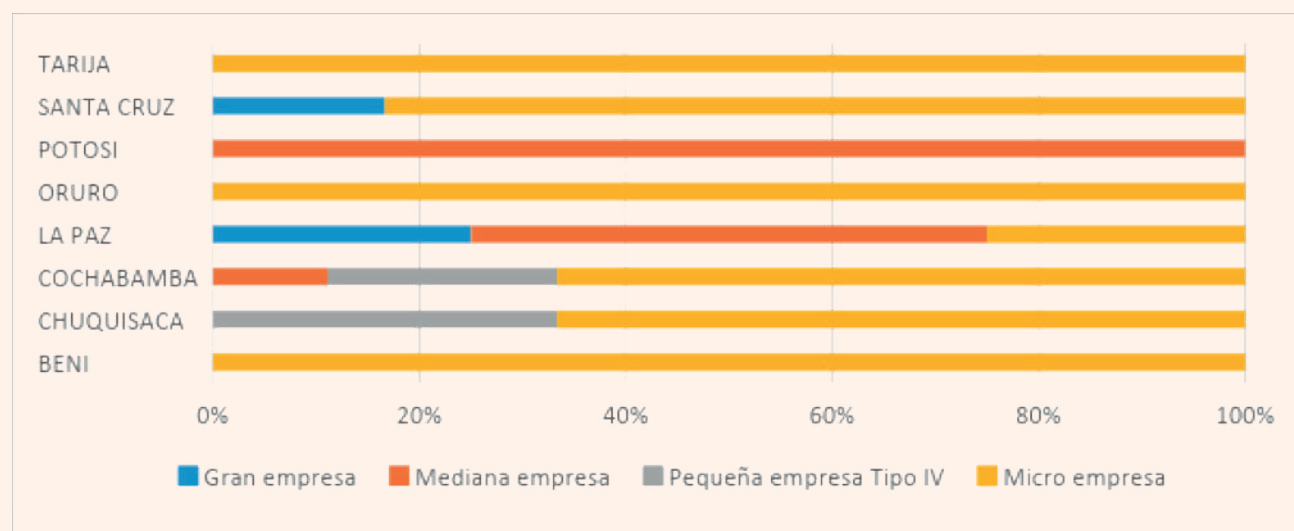


Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Las micro y pequeñas empresas son las más representativas en este sector industrial de panadería y repostería con el 100% de representación en los departamentos de Beni y Potosí.

En los demás departamentos es significativa la diferencia, pero se debe tener en cuenta que la cantidad de habitantes es un factor de interpretación. (Ver gráfico 12)

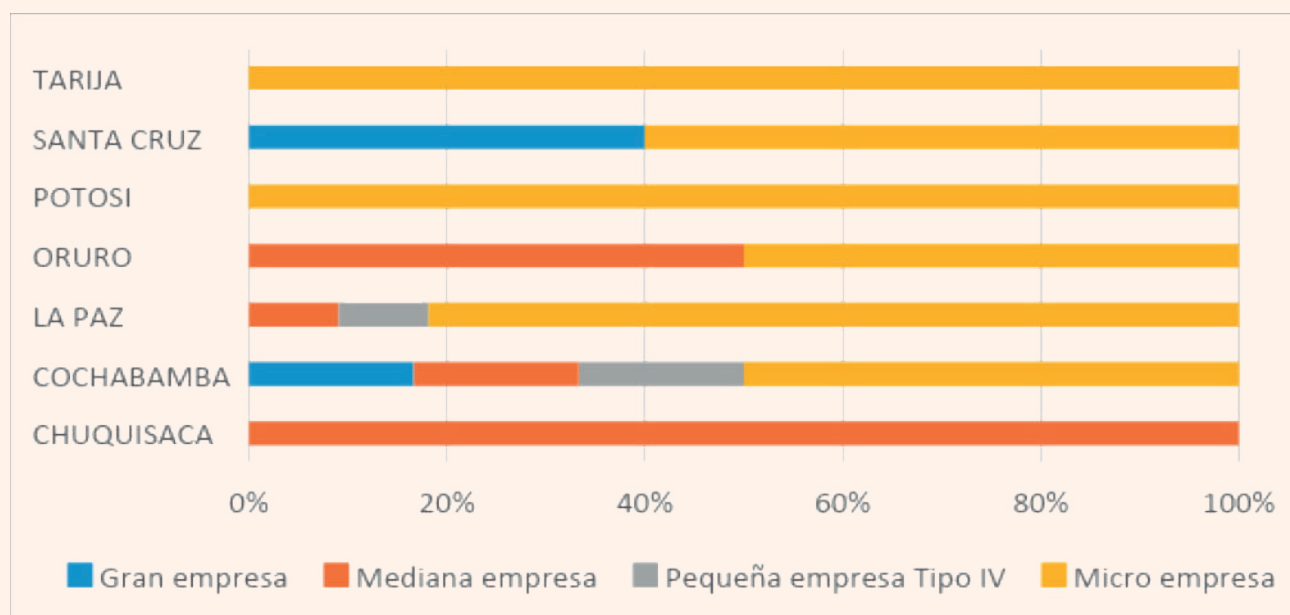
Gráfico 13: Industrias molinera por departamento y tamaño de empresa



Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Similar al cuadro anterior y coincidentemente también con el departamento de Beni que junto a Tarija, Oruro y Chuquisaca tienen en su departamento el 100% de micros y pequeñas empresas de la industria molinera. La

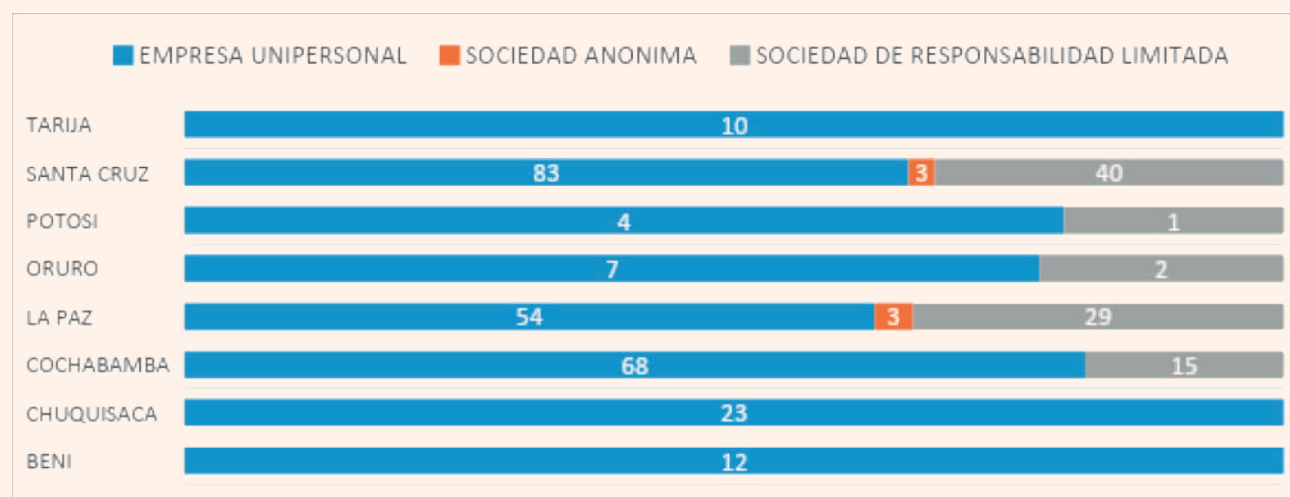
mediana empresa tiene total representación en el departamento de Potosí en este sector industrial de acuerdo al Registro de Comercio de 2020. (Ver gráfico 13)

Gráfico 14: Industrias de pastas, fideos, por departamento y tamaño de empresa

Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Mayor diversidad en cuanto a la proporción de empresas en este sector industrial de pastas y fideos, como se vio anteriormente hay predominio de las micro y

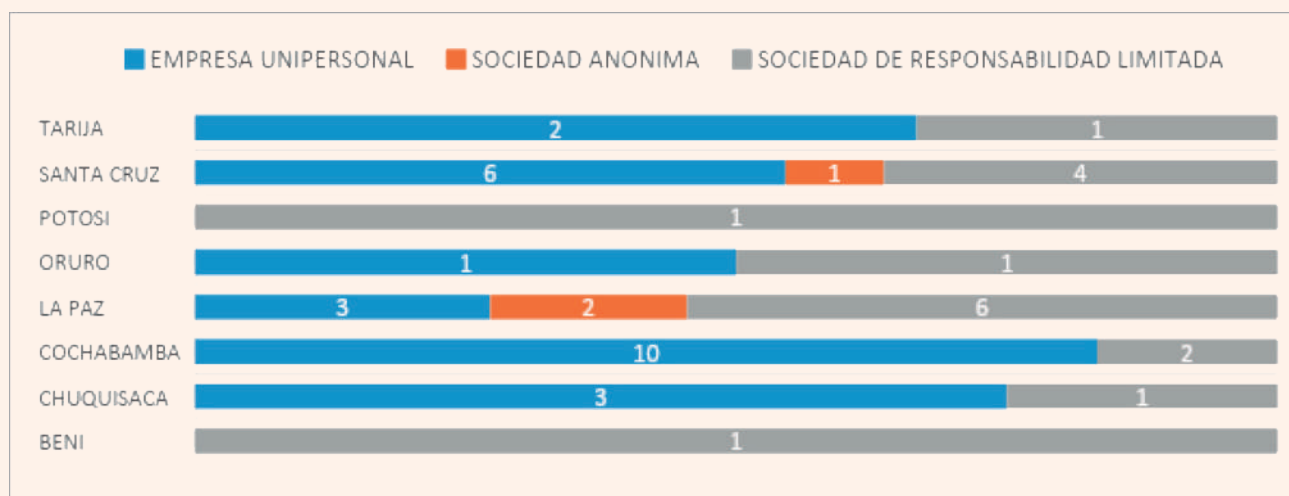
pequeña empresas. Sin embargo, en este rubro se nota más la presencia de la mediana y gran empresa. (Ver gráfico 14)

Gráfico 15: Industrias, panadería y repostería por departamento y tipo de empresa

Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Las empresas unipersonales predominan en el sector de las industrias de panadería y repostería en la totalidad de los departamentos, incluso con una participación del 100% en Beni, Chuquisaca y Tarija.

Este tipo empresarial en el país se ve que guarda referencia y similitud a las descripciones de cuadros anteriores del mismo sector. (Ver gráfico 15)

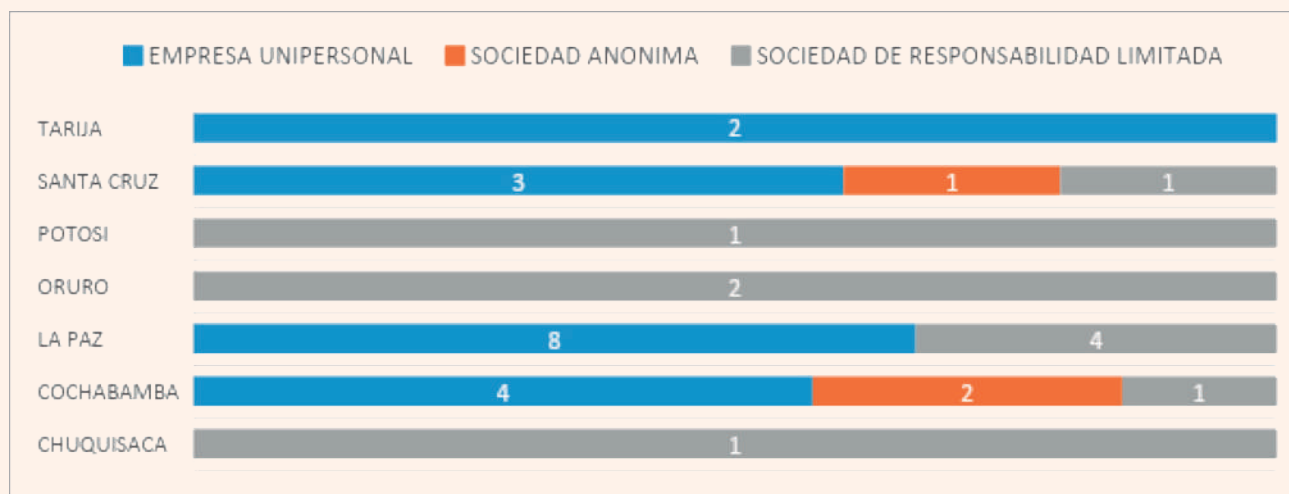
Gráfico 16: Industrias molinera por departamento y tipo de empresa

Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

En este sector industrial hay un equilibrio en el tipo empresarial de selección entre empresas unipersonales y las de responsabilidad limitada, mostrando dentro la pequeña diversidad de esta actividad que las asocia-

ciones o sociedades de responsabilidad limitada tienen un rol importante y de competencia con las empresas unipersonales.

(Ver gráfico 16)

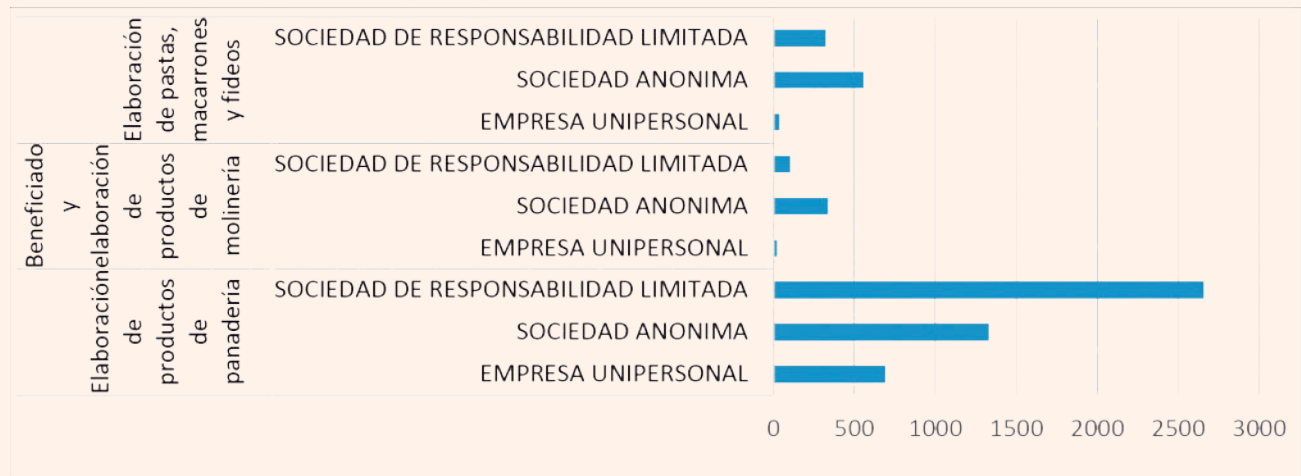
Gráfico 17: Industrias de pastas, fideos, por departamento y tipo de empresa

Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

La industria de pastas y fideos en el país se está conformada en su mayoría entre empresas unipersonales y responsabilidad limitada, con la observación no menos

importante que en los departamentos del eje central: Santa Cruz y Cochabamba las sociedades anónimas tienen una presencia notoria. (Ver gráfico 17)

Gráfico 18: Empleo por tipo de empresa

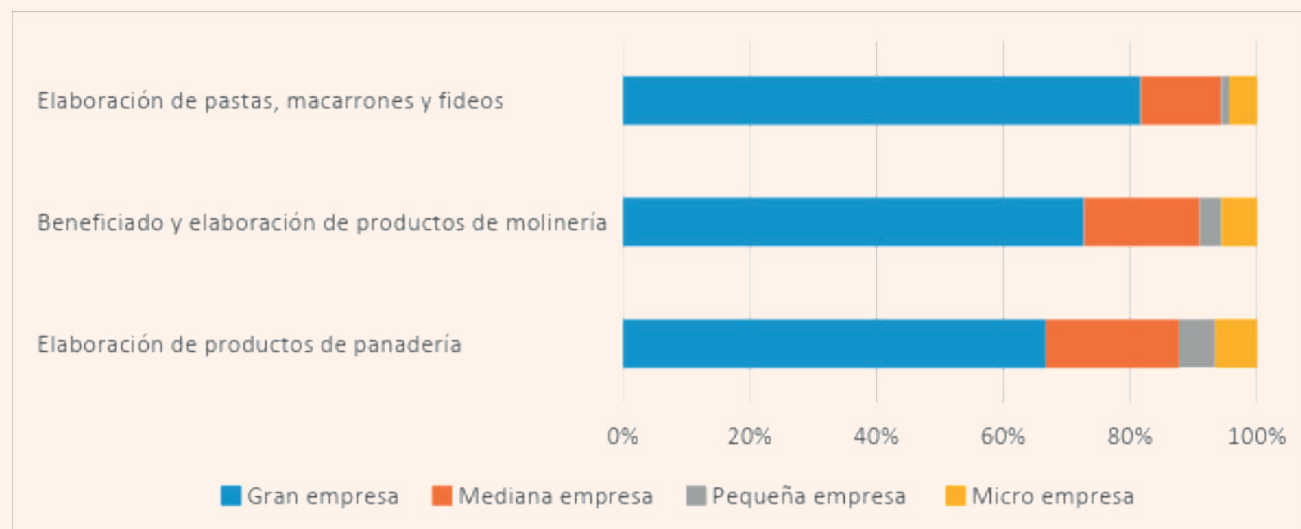


Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

Las sociedades de responsabilidad limitada son el sector empresarial que más empleos genera en el rubro de la elaboración de productos de panadería seguida de las sociedades anónimas y las empresas

unipersonales. Las sociedades anónimas marcan diferencia en los rubros de elaboración de pastas y fideos, así como en el beneficiado. (Ver gráfico 18)

Gráfico 19: Empleo por rubro y tamaño de empresa



Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

La gran empresa en nuestro país abarca la mayor generación de empleo en los tres rubros de este sector industrial con más del 50%, en cada uno de ellos la gran

empresa es la mayor generadora de empleo seguida de mediana y por último la micro y la pequeña empresa. (Ver gráfico 19)

7.2. Proceso de producción dentro de la industria molinera

La industria molinera en Bolivia cuenta con maquinaria y equipo para molienda de origen alemana, italiana e inglesa, Suiza y Argentina, de las marcas: Buhler Miag, Simon y Golfeto.

La materia prima básica de la harina es el trigo. Se usa trigo del tipo semiduro, de las variedades Hard Red Winter II, trigo pan, en menores cantidades trigos blandos de procedencia europea y trigos duros de la variedad Hard Red Spring y trigo nacional que en su generalidad es trigo semiduro a duro.

El proceso de elaboración de harina es por reducción gradual del trigo y separación de subproductos, es decir se separa gradualmente la cáscara del endospermo para reducirlo en fases sucesivas de pasajes de trituración, desprendimiento y conversión (bancos de cilin-

dros), purificación y cernido hasta la obtención de la harina de diferentes grados de granulometría. Generalmente la harina para panadería se la obtiene a partir del grano de trigo blando.

Las operaciones que se realizan en una industria molinera comprenden las siguientes grandes fases:

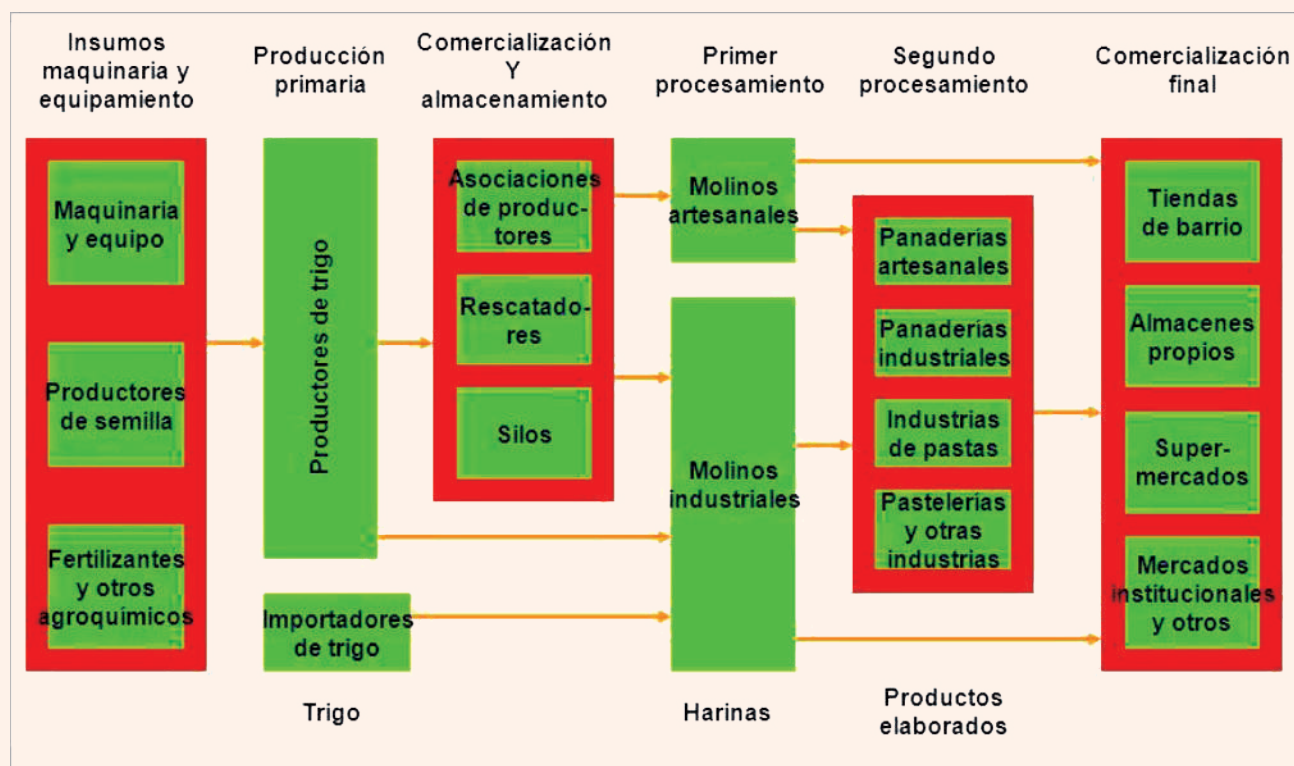
- Recepción de trigo y almacenaje (control de peso, calidad)
- Limpieza primera del grano
- Almacenamiento del grano
- Limpieza y acondicionamiento del grano
- Molienda (trituración, purificación, afinado, cernido fortificado y otros)
- Envasado y almacenamiento (reposo)

7.2.1. Proceso de producción de harina de trigo

El diagrama de flujo de una industria molinera de la figura 1, se muestra en general las fases de proceso y

operaciones que se realizan para la obtención de la harina de trigo que en términos generales comprende:

Figura 1: Proceso de producción de harina de trigo



Fuente: Capacidades productivas de la industria molinera en Bolivia. VPIMGE, 2020

a) **Recepción del trigo.**- Se realiza un control de peso y calidad considerando el peso hectolítrico, porcentaje de impurezas y otros factores que define la calidad del grano, el grado de extracción y el tipo de harina a obtener.

b) **Pre limpieza.**- Proceso de separación de materias extrañas como: paja, piedras, trozos de madera, cuerpos metálicos, antes que el grano vaya a los silos, operación que se realiza en cribas de tambor.

c) **Almacenaje.**- Toda la industria molinera cuenta con la capacidad suficiente de almacenaje de trigo en silos, construidos de metal y hormigón. El almacenaje en cantidad y por tipos y calidad de trigo sirve para la programación de la molienda, permite la homogeneización del trigo o las mezclas de trigos de diferentes tipos para la elaboración de harinas de acuerdo al uso.

En esta fase se realizan controles permanentes de humedad y temperatura para evitar recalentamiento del grano, aumento de la acidez y otros factores que permiten mantener la calidad intrínseca del grano.

d) **Limpieza.**- Esta operación es el comienzo del proceso de molienda del trigo previo al acondicionamiento del grano tal como se muestra en el diagrama de flujo, esta operación generalmente hoy en día se hace en seco donde deben eliminarse todas las impurezas que acompaña al grano, se realiza una clasificación aprovechando el tamaño, peso específico en equipos como las máquinas limpiadoras combinadas, se realiza la operación de cepillado, eliminación del polvo adherido al grano en despuntadora, la extracción de piedras en las deschinadoras; así mismo se realiza la clasificación de acuerdo a la longitud en equipos llamados triarvejón.

e) **Acondicionamiento del grano (reposo).**- Fase importante de la cual depende el grado de dificultad de la reducción y separación de la cáscara en los pasajes sucesivos, se regula el quebramiento de los gránulos de almidón, para lograr niveles adecuados de maltosa, las características del gluten y contenido de cenizas en la harina. Por tanto, esta fase tiene por objeto:

- Dar la humedad necesaria al grano para separar las envueltas del endosperma.
- Dar flexibilidad al salvado (cáscara) para evitar su rompimiento en la trituración.
- Permitir el reblandamiento del endosperma.
- Obtener el grado de extracción (Rendimiento: harina/trigo), acorde al tipo de trigo y a la regulación de la maquinaria y equipo.

El tiempo de acondicionamiento esta en relación directa al tipo de trigo, a la humedad inicial; así mismo se cuenta con rociadores o pulverizador que regula automáticamente la humedad necesaria lo que dará la eficiencia de la molienda.

f) **Molienda.**- La molienda del trigo es un proceso de trituración y reducción gradual, por acción de los cilindros estriados que separa la parte harinosa del salvado mediante las cepilladoras de salvado y se va clasificando. El afinado de los gránulos y obtención de harina se realiza en cilindros lisos de compresión, que cuenta también con las cepilladoras de salvado restante. Algunos molinos cuentan con los sasores que limpian y separan sémolas y semolinas de trigos duros y blandos.

g) **Cernido.**- Mediante los cernidores planos (plansichter) se separa y clasifica los productos de la trituración y compresión mediante tamices de diferente micraje y superpuestos, así mismo existen cernidores neumáticos.

h) **Homogeneización de harinas y fortificación.**- En la fase final del proceso las harinas provenientes de los cernidores son homogeneizados en transportadores o tornillos sin fin, para obtener harinas de una sola calidad y características; asimismo en esta fase se procede a realizar la fortificación de la harina en cumplimiento a la norma boliviana y disposición que obliga al fortalecimiento de las harinas producidas y consumidas localmente, con micronutrientes como: Hierro reducido micronizado, Tiamina (B1), Ácido Fólico, Riboflavina (B2) y Niacina.

i) **Envasado y almacenaje.**- El producto final es almacenado temporalmente en tolvas de ensacado que disponen de vibradoras para facilitar la caída por gravedad de la harina; así mismo se dispone de equipos de pesaje automático para envases de 45 kg de harina en los molinos de La Paz y 45,36 en los molinos del interior, así mismo Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos (EMAPA) produce envases de 50 kg. Cuando no existen procesos adicionales de blanqueo u otro que acelere los cambios bioquímicos de la harina, esta debe ser almacenada para el reposo suficiente para la decoloración (por oxidación) de los pigmentos naturales del endospermo y mejorar las cualidades de la harina para el manipuleo y fermentación.

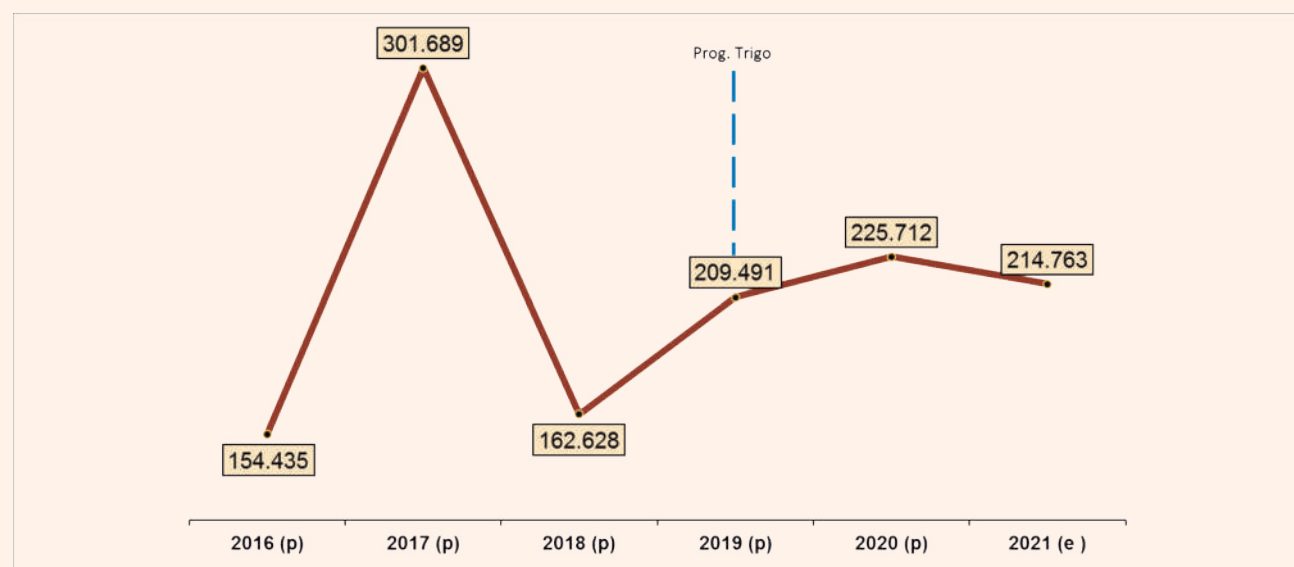
Tabla 10: Balance másico de la molienda de grano de trigo blando

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
Harina	73,00%
Perdidas (molturación y limpieza)	0,30%
Salvado grueso	0,10%
Salvado fino (afrecho)	26,60%
Germen	0,00%
TOTAL	100,00%

Fuente: Empresas Molineras y EMAPA 2020

El Gráfico 20, muestra la evolución de la producción de harina de trigo desde 2016 al 2021. Los datos de la industria molinera sistematizados por el Viceministe-

rio de Producción a Mediana y Gran Escala (VPIMGE), muestra que los balances comerciales de producción de harina de trigo tienen una tendencia cíclica.

Gráfico 20: Producción de Harina de Trigo (Tm), 2016 a 2021

Fuente: Elaboración DAPRO-MDPyEP en base a datos del INE y OAP

7.3. Capacidades de la industria molinera y de Granos

La industria molinera nacional está compuesta por unidades productivas dispuestas con el 93% empresas privadas y 7% molinos estatales, con una capacidad instalada de molienda de 3.416 toneladas día, con un procesamiento de 330 días al año se tiene 1.127.280

Tm anuales de procesamiento de trigo, las capacidades de estas empresas pueden procesar la demanda nacional de harina que en términos de trigo en la gestión 2020 alcanzó aproximadamente a 494.847 Tm que representa una capacidad utilizada del 48.3%.

Tabla 11: Capacidades instalada de la industria molinera 2019

DEPARTAMENTO	CAPACIDAD INSTALADA/DÍA EN TM	CAPACIDAD INSTALADA/AÑO EN TM
CHUQUISACA	74,00	24.420,00
COCHABAMBA	335,00	110.550,00
LA PAZ	1.085,00	358.050,00
ORURO	618,00	203.940,00
POTOSÍ	124,00	40.920,00
SANTA CRUZ	1.180,00	389.400,00
TOTAL GENERAL	3.416,00	1.127.280,00

Fuente: ADIM, análisis de capacidades VPIMGE, 2019

La capacidad instalada total de las industrias de grano (soya, arroz, trigo, maíz) es de aproximadamente de 3,5 millones de toneladas estáticas, en el caso de las industrias de trigo alcanzan a 549.411 toneladas estáticas, con una rotación de 1,5 la capacidad dinámica puede alcanzar por lo menos 5 millones de toneladas de almacenamiento en Bolivia.

Existen industrias privadas particularmente en el departamento de Santa Cruz, que tienen una capacidad estática de 1,1 millones de toneladas y su almacenamiento es utilizado para distintos granos como ser, soya, trigo, maíz y arroz.

Tabla 12: Capacidad de acopio de la industria molinera 2019

CAPACIDAD POR ACTORES	CANTIDAD	CAPACIDAD ESTÁTICA (TN)
EMAPA	53	307.000
Ind. Oleaginosa	164	1.754.798
Ind. Trigo	21	253.411
* Otros silos	121	1.185.582
TOTAL	359	3.500.791

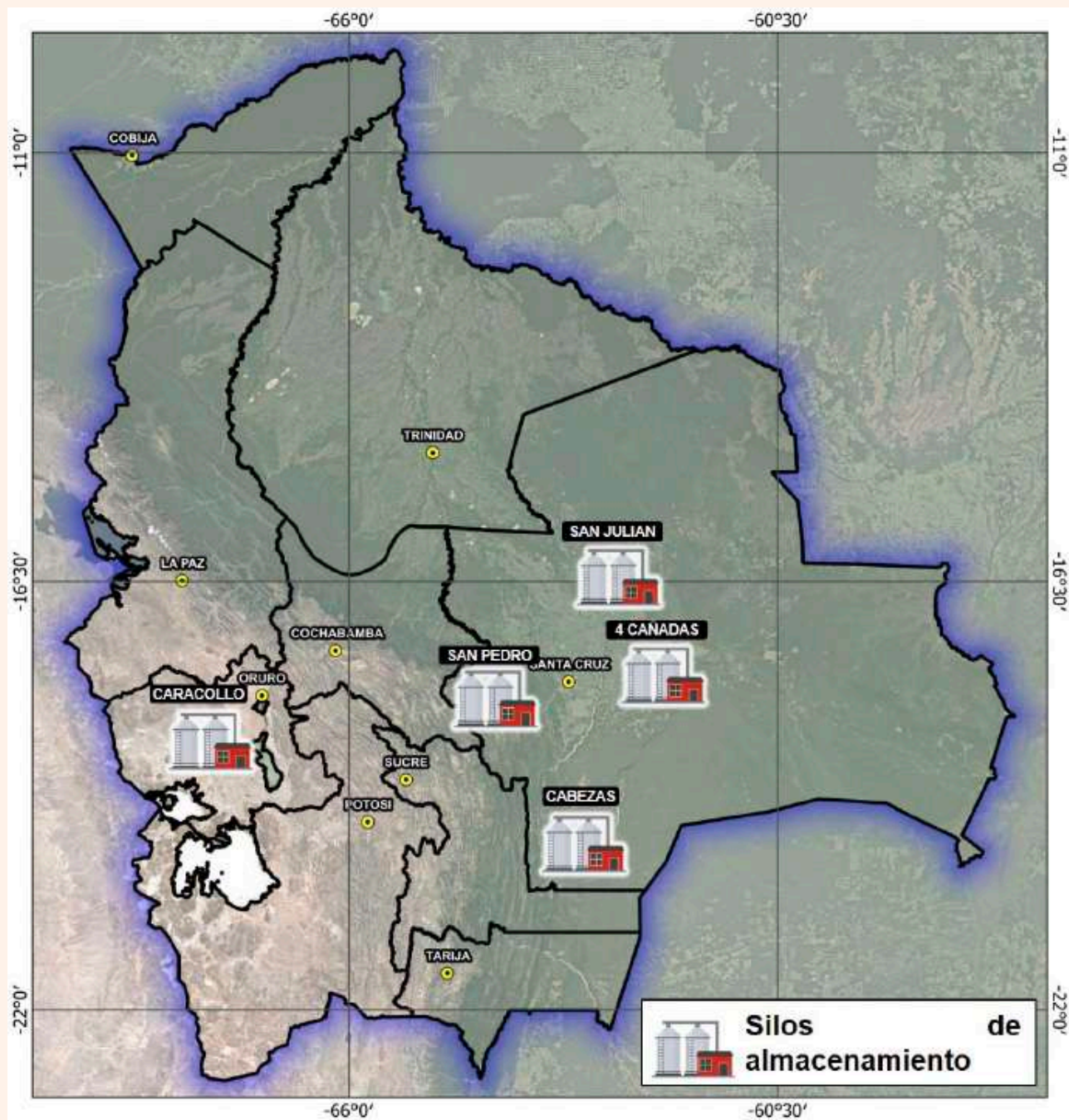
Fuente: ADIM, análisis de capacidades VPIMGE, 2019

7.3.1 Acopio de harina de trigo en EMAPA

EMAPA cuenta con cinco plantas de almacenamiento, las cuales tienen una capacidad estática de 307.000 toneladas, cuatro de estos centros de almacenamientos se encuentran en el departamento de Santa Cruz, ubicado en los municipios de San Julián con capacidad de almacenamiento de 50.000 Tn, San Pedro que tiene una capacidad de 36.000 Tn, Cuatro Cañadas que tiene una capacidad de 50.000 Tn y Cabezas con capacidad de 31.000 Tn, y en el departamento de Oruro en el municipio de Caracollo que tiene una capacidad de 50.000. Estos centros cuentan con línea de molienda de trigo y otra de elaboración de alimento balanceado.

Los centros de almacenamiento de EMAPA, tienen un 13% de participación de cobertura de almacenamiento de grano de trigo de los pequeños y medianos productores.

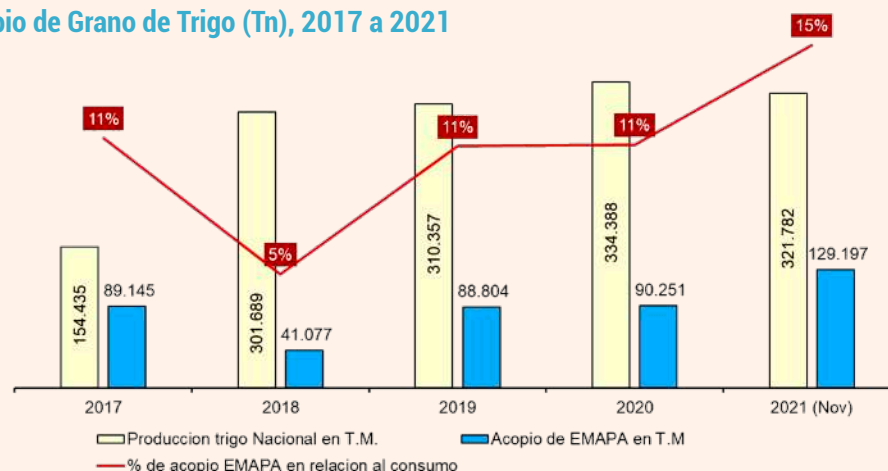
Mapa 13: Distribución Geográfica de las plantas de almacenamiento de granos - EMAPA



Fuente: EMAPA. Elaboración DAPRO, 2021

En la campaña de invierno 2020-2021, la estatal acopió y almacenó 129.697 toneladas de grano de trigo, beneficiando por la compra de grano a un precio de 335 USD la tonelada a más de 30 mil pequeños y medianos productores.

Gráfico 21: Acopio de Grano de Trigo (Tn), 2017 a 2021



Entre los años 2017 y 2021, se tuvo un promedio de producción de 284.530 Tn y se acopio un volumen promedio de 87.695 Tn; por parte de EMAPA. El porcentaje de participación de EMAPA en el acopio de grano de trigo represento el 15% del total del consumo de trigo a nivel nacional, hasta finales del año 2021, el restante 85% de acopio corresponde a los centros de acopio privados distribuidos con mayor presencia en el departamento de Santa Cruz.

7.4. Proceso de producción e industrias de pastas

Las pastas son alimentos consumidos cotidianamente en los hogares, se encuentran dentro de los bienes de consumo masivo más importantes al igual que el arroz¹; además, presentan un papel importante en la nutrición y la alimentación al proporcionar una gran cantidad de carbohidratos como una fuente importante de energía para el ser humano. Es así, que se recomienda el consumo entre cuatro o cinco veces por semana², motivo por el que fue adquiriendo diversas presentaciones y variedades.

Se presentan en diversas formas y figuras, cuyo ingrediente básico es la harina de trigo, mezclada con agua, pudiéndose añadir a la masa ingredientes como

colorantes (p.ej. pasta de tomate) y huevos, entre otros³. Por la forma de preparación, a las pastas se les puede adicionar diferentes alimentos que potencian su capacidad nutritiva. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) describe a las pastas instantáneas como un producto preparado con harina de trigo u otras harinas (féculas) como ingrediente principal, con o sin la adición de otros ingredientes⁴.

Existen plantas grandes, medianas y pequeñas, con maquinaria de procedencia italiana, brasileña e industria argentina de las marcas: Braibanti, Pavan, Tecali Cerrini.

Tabla 13: Valor de la producción de los productos derivados del trigo

RUBRO	VALOR DE LA PRODUCCIÓN EN BS.
Beneficiado y elaboración de productos de molinería	547.790.382
Elaboración de pastas, macarrones y fideos	554.629.073
Elaboración de productos de panadería	1.407.717.676
TOTAL GENERAL	2.510.137.131

Fuente: Procesado por DAPRO, en base a la Base Empresarial, 2019

¹ José Luis Murcia (2013). El mercado de arroces y pastas en auge en el mundo Disponible en: http://www.mercasa.es/files/multimedios/1380902850_El_mer-cado_arroces_y_pastas_en_auge_en_el_mundo_58-63.pdf.

² Escuela hotelaría (2014). La pasta propiedades y beneficios en nuestra dieta. Disponible en: http://www.escuelahosteleria.org/portal/recetas/materiales/-_FWD2hCNlo.pdf.

A nivel desagregado, el valor de la producción de los sub productos del trigo asciende a 2.510 millones de bolivianos, donde el rubro de los beneficiados que elaboran productos de molinería tienen un valor de 548 millones de bolivianos. El rubro que se dedica a la actividad de la elaboración de pastas, macarrones y fideos, tuvo un valor de producción de 555 millones de bolivianos; ambos rubros tienen una participación del 44%. El rubro dedicado a la elaboración de productos de panadería tiene una participación del 56%, lo que significa que el valor de la producción tuvo un fluctuante monetario de 1.408 millones de bolivianos.

7.4.1 Proceso en elaboración de pastas

El proceso de la elaboración de pastas alimenticias inicia con la recepción, evaluación de la calidad e inocuidad de las materias primas (principalmente de harina de trigo). Una vez realizada la recepción se procede a pesar la harina y los ingredientes con la finalidad de establecer la cantidad óptima de producción y calibrar el proceso de producción.

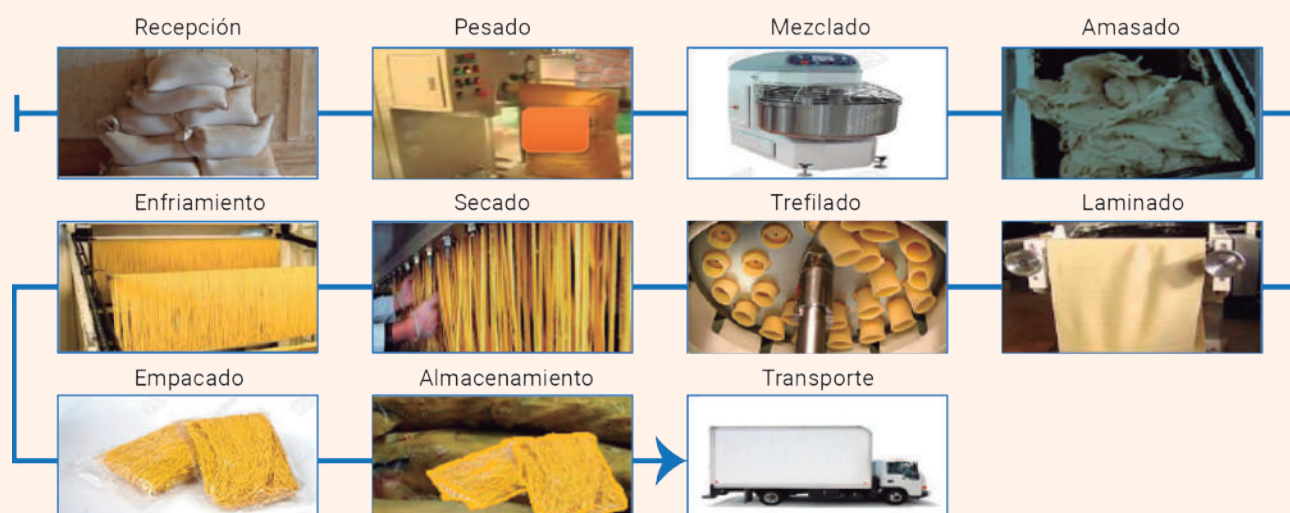
Posterior al establecimiento de la cantidad de producción y la materia prima, los diferentes ingredientes son introducidos a la mezcladora, añadiéndose el agua para la generación de una masa compacta (estableciendo un tiempo máximo para el amasado), facilitando las siguientes operaciones:

a) En el amasado se adicionan los diferentes componentes, como colorantes y otras harinas (p.Ej. de quinua), brindando sus nutrientes, uniformidad y manejabilidad al producto en proceso.

b) En el proceso de laminado se empieza a dar una forma determinada y un espesor a las pastas, es del tipo continuo y uniforme, para evitar deficiencias en los productos. Posteriormente, se procede a enrollar varias veces la masa, a través de dos cilindros lisos que se acercan uno al otro al pasar con una determinada medida, para luego obtener una lámina de color uniforme, pulida y perfectamente homogénea. El tiempo de laminado depende del tipo de mezclas de la harina y otros ingredientes.

c) El trefilado, denominado también moldeado es el proceso en el que se introduce la masa previamente laminada en dos cilindros o moldes, calibrando a la figura específica del producto. Este proceso define las formas de cintas largas para la fabricación de tallarines (pastas largas), se cortan de trecho en trecho de tal forma que se puedan enrollar. Al salir del trefilado se pueden dar diferentes formas atractivas antes de enviarlas al secado.

Figura 2: Proceso de fabricación de pastas, macarrones y fideos



Fuente: AEMP Estudio de mercado de pastas alimenticias en Bolivia

³ Embajada de la República Argentina en Ucrania (2011). Estudio de Mercado de Pastas Secas.

⁴ FAO (2007). Ley de Código de Alimentos (pág. 85). Disponible en: www.fao.org/input/download/standards/10658/CXS_249s.pdf.

Las pastas también se pueden fabricar por el método de extrusión, consistente en forzar y dar forma a la masa mediante moldes con agujeros, generando distintos diseños y formas (proceso para la producción de fideos y macarrones).

De forma común se continúa con:

- d) Una vez concluido el anterior proceso se procede al extendido o secado del producto con la finalidad de evitar que estos puedan pegarse o deformarse, conservando la forma previamente definida.
- e) El enfriamiento se lo realiza en un lugar fresco y seco hasta lograr una temperatura ambiente, por lo que, este proceso varía en función de las condiciones climáticas.
- f) Finalmente, para el empaquetado usualmente se utilizan bolsas plásticas, con la característica de crear micro-climas que permiten la conservación de las pastas.
- g) Una vez concluido el proceso de producción se almacena según el producto, para ser transportado a los diferentes mercados e intermediarios, llegando por último al consumidor final.

Las principales maquinarias empleadas para la producción de pastas son: La pesadora, prensa amasadora extrusora, máquina laminadora, pre-secadora, máquina para trefilar y empaquetadora⁵.

7.5. Proceso de producción e industria de pastas

Entre los principales insumos utilizados para la preparación y producción de pastas alimenticias se tienen:

- a) **Harina de trigo:** Principal materia prima para la preparación de pastas.
- b) **Quinoa orgánica:** Alimento con alto grado alimenticio.
- c) **Agua:** Insumo principal para compactar la masa y unir todos los ingredientes.
- d) **Vegetales orgánicos:** Estos insumos permiten que los alimentos preparados contengan un alto grado alimenticio al complementar la composición de las pastas.

7.5.1. Capacidades de la industria de pastas y fideos

En Bolivia la producción de pastas alimenticias está caracterizada por su alto grado de automatización, diversa en cuanto a presentación, tipo, cantidad y por sus distintos canales de comercialización, pudiendo clasificarlas en las siguientes variedades⁶:

- **Fideos:** Son compactas y toman diferentes formas.
- **Pastas largas:** Conforman los productos delgados y largos. Incluye a tallarines, espaguetis y demás pastas del tipo largas.
- **Macarrones:** Conforman los productos que tienen orificios y toman diferentes formas.
- **Lasañas:** Son productos que incluyen dentro de su presentación otro tipo de preparación (salsa, jigote entre otros alimentos).

Tabla 14: Capacidad instalada y utilizada producción de pastas y fideos 2020

DETALLE	CANTIDAD EN TONELADAS
Capacidad instalada	2.869.485
Capacidad utilizada	1.421.102

Fuente: DAPRO-elaboración propia en base al registro de comercio 2020

La capacidad instalada de las industrias de pastas y fideos para el año 2020 fue de 2.869.485 toneladas y su producción fue de 1.421.102 toneladas, teniendo una capacidad utilizada del 49,5%.

7.6 Proceso de producción e industrias de galletería

La materia prima principal es la harina de trigo de producción nacional o importada (harina de trigo blando), agua, sólidos como frutas deshidratadas, lácteos, huevos, cocoa, chocolate, ingredientes que tiene diferente función como dar sabor y consistencia al producto final.

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante de forma variable obtenidas por el

⁵ Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación (2011). Manual de elaboración de pastas alimenticias. Argentina.

⁶ AEMP Estudio de Mercado de Pastas Alimenticias en Bolivia

cocimiento de masas preparadas con: Harina de trigo con o sin leudantes, leche, féculas, sal, huevo, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, colorantes, conservadores, agua y otros ingredientes permitidos. Las galletas producidas localmente pueden clasificarse por su sabor en saladas, dulces y de sabores especiales.

Por su presentación e ingredientes en: Simples, rellenas y revestidas.

Por la forma de su comercialización están clasificadas como: Galletas envasadas, galletas a granel.

Por su proceso de producción y tipo de masa se clasifican en: Galletas depositadas (dulces y de masa suave), galletas recortadas con alambre (dulces simples), galletas troqueladas a máquina (semidulces), galletas moldeadas (dulces) y galletas de masa fermentada (cracker y maría).

7.6.1. Proceso de producción de galletas

A continuación, se indica el proceso básico para la obtención de galletas.

- a) **Moldeado:** Operación consistente en el laminado de las masas preparadas, para luego hacerlas pasar por una matriz o troqueladoras para que cortadas y con la impresión deseada, sean transportadas hacia el horno de cocimiento.
- b) **Horneado:** Se realiza en hornos continuos con gradiente de temperatura hasta la obtención del producto completamente frío y listo para el empaque. En plantas pequeñas esta operación se realiza en hornos estáticos en los cuales se introduce el producto en bandejas para su cocimiento.

Bolivia el año 2021 produjo más de 200.000 Tm de harina de trigo, un 39% más que el año 2016



8. DINÁMICA DE LOS RENDIMIENTOS, IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN Y PRECIOS DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DEL TRIGO



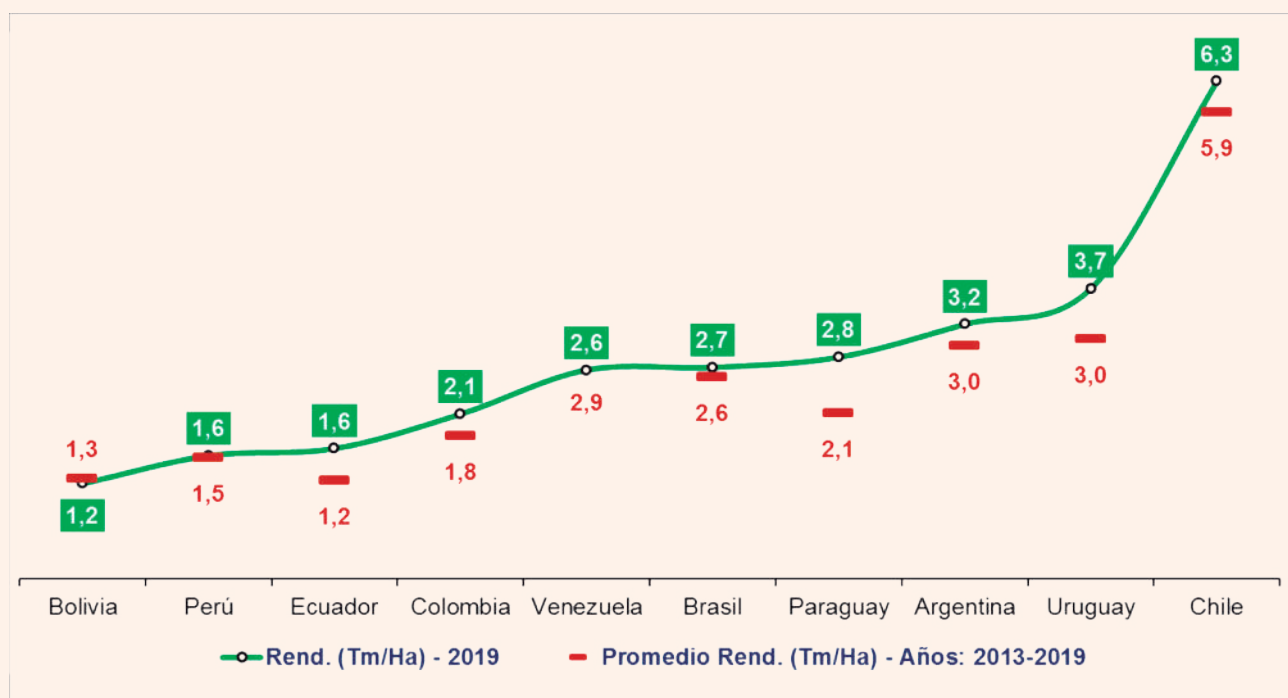
8. Dinámica de los rendimientos, importación, exportación y precios de los productos derivados del trigo

8.1. Rendimiento Sud Americano del cultivo de trigo

El rendimiento del cultivo de trigo en las zonas de cultivos de Sud América está marcado principalmente por el factor de la inestabilidad climática, tipo de suelo y la variedad de

semilla genéticamente modificable. En el último quinquenio ha causado desvaríos en la siembra y cosecha en Argentina, Uruguay, el sur de Brasil, Chile y Paraguay.

Gráfico 22: Rendimiento promedio del cultivo de trigo en Sud América. Años 2013-2019



Fuente: FAOSTAT, 2021

En el gráfico 21, se observa el comportamiento del rendimiento del cultivo de trigo en los periodos 2013 a 2019 en los países productores de Sudamérica. En la región, Chile cuenta con el 22,6%, Uruguay el 13,2% y Argentina el 11,6%, haciendo un total de rendimiento promedio de 47,4% y se constituyen en los tres principales países productores del cultivo de trigo y sus productos derivados. En comparación con los países con menor rendimiento del cultivo de trigo en la región están Bolivia con el 4,3%, Perú con 5,6% y Ecuador 5,9%. Existe una diferencia de aproximadamente un 32% respecto al

rendimiento total de los mencionados países productores del grano.

En el 2019, Chile tuvo un rendimiento de 6,3 Tm/Ha con respecto a su rendimiento promedio del 5,9 Tm/Ha, que representa un incremento aproximado de una tonelada por hectárea. Este crecimiento sostenido se debe a la incorporación de medidas de resiliencia con la variedad de semilla de trigo, en función al cambio climático y las variables bioclimáticas en las zonas productoras de cultivo de trigo en las distintas regiones de Chile.

Uruguay tuvo un rendimiento de 3,7 Tm/Ha con relación al rendimiento promedio de 3,0 Tm/ha; en el año 2019. Mientras que Argentina para el 2019, registró un rendimiento de 3,2 Tm/ha; respecto al rendimiento promedio de 3,0 Tm/ha. Estos datos muestran que en los tres principales países productores en la región la tendencia del comportamiento del rendimiento del cultivo de trigo es de ascenso.

Con respecto al comportamiento del rendimiento del cultivo de trigo en Bolivia para el año 2019 fue de 1,2 Tm/ha en comparación con el rendimiento promedio nacional del 1,3 Tm/ha; es decir, el rendimiento del cultivo de trigo tuvo un decrecimiento ocasionado por las variabilidades climáticas en las zonas productoras, altos costos de producción, precios poco competitivos,

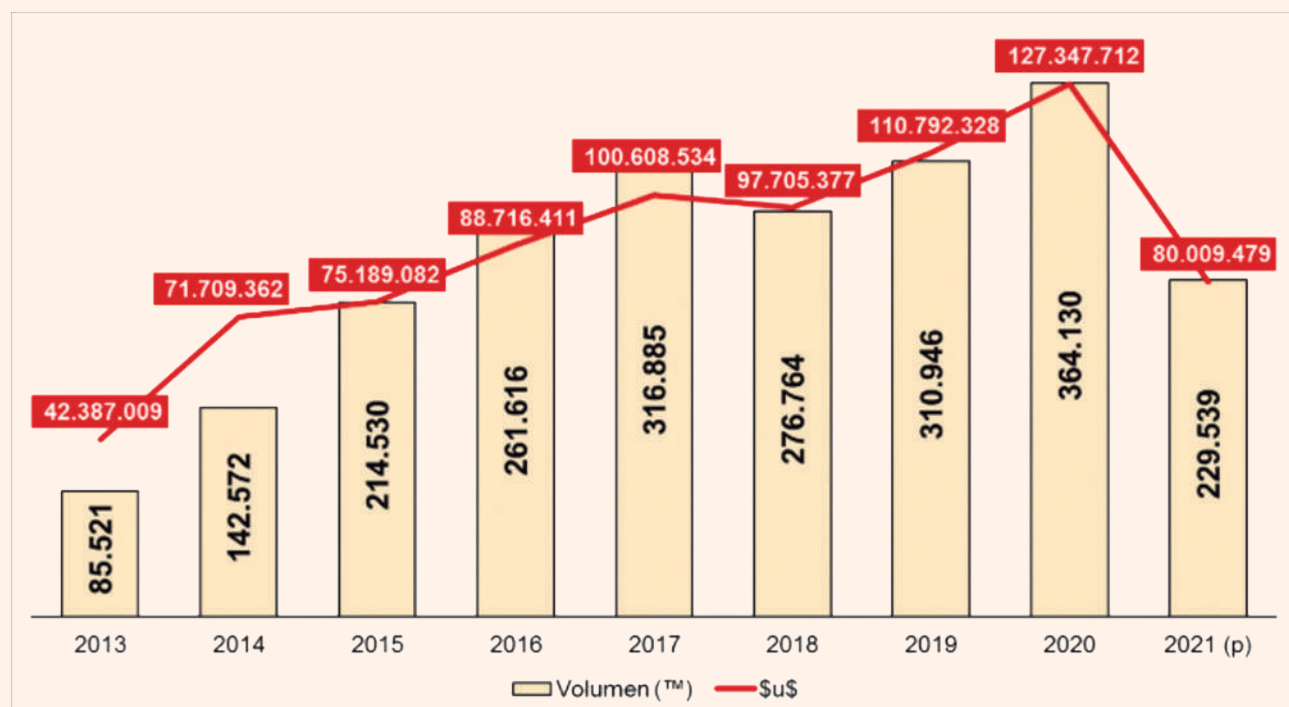
contrabando, entre otros factores externos a la producción del productor primario.

8.2. Importación y exportación de harina de trigo

El Gobierno ha incrementado las importaciones del producto para abastecer el mercado nacional; pero también, ha emitido medidas legales y ha creado instancias, para fomentar la producción de trigo: Como el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), EMAPA y el Banco de Desarrollo Productivo (BDP).

El origen de las importaciones de la harina de trigo en los últimos años son Argentina, Estados Unidos, Canadá, y Uruguay.

Gráfico 23: Importación nacional de Harina de Trigo (Tm)



Fuente: SIIP, INE. 2021

*Los datos de la gestión 2021 son hasta el mes de noviembre.

8.3. Importación y exportación en pastas y fideos

Las pastas alimenticias para su importación requieren cumplir con la certificación del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), según lo dispone el Decreto Supremo 26590, y efectuar los pagos correspondientes al gravamen arancelario que en general es del 10% y de 0% para países de la Comunidad Andina y MERCOSUR. En el siguiente gráfico se muestran los volúmenes totales de exportación e importación de pastas alimenticias en volumen (Tm), comercio realizado entre Bolivia y el resto del mundo

celario que en general es del 10% y de 0% para países de la Comunidad Andina y MERCOSUR. En el siguiente gráfico se muestran los volúmenes totales de exportación e importación de pastas alimenticias en volumen (Tm), comercio realizado entre Bolivia y el resto del mundo

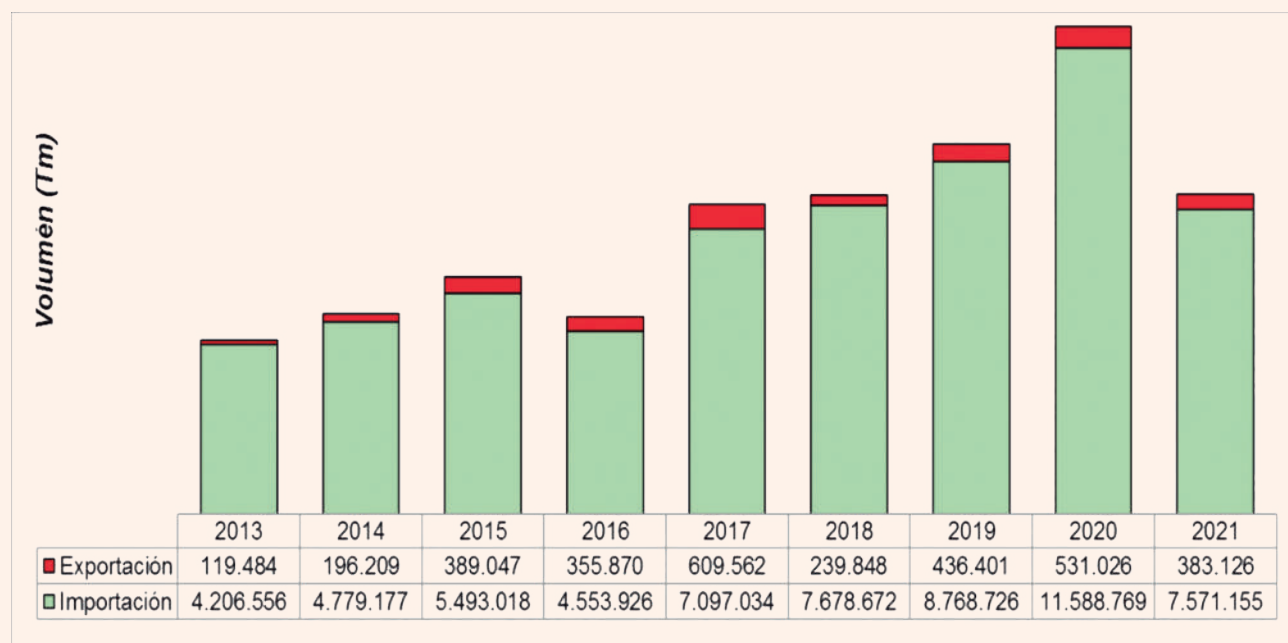
en el periodo 2013-2021.

A finales de los años 2020, las importaciones de las pastas y fideos se han incrementado en un 63% con relación al año 2013. A octubre de 2021, en materia de importaciones se tiene que la importación de pastas y fideos en un 83% es importada de Perú, de Chile

un 8%, el 6% de Brasil y de Argentina: 3%.

A octubre de 2021, las exportaciones de pastas y fideos se destinaron a Uruguay con el 23%, Chile el 22%, Paraguay 20%, Guatemala con el 15%, finalmente Estados Unidos y Brasil, con el 12% y 8%; respectivamente.

Gráfico 24: Importación y exportación en pastas y fideos



Fuente: DAPRO y INE, (p) datos preliminares a octubre 2021

8.4. Comportamiento del precio de los sub productos del trigo

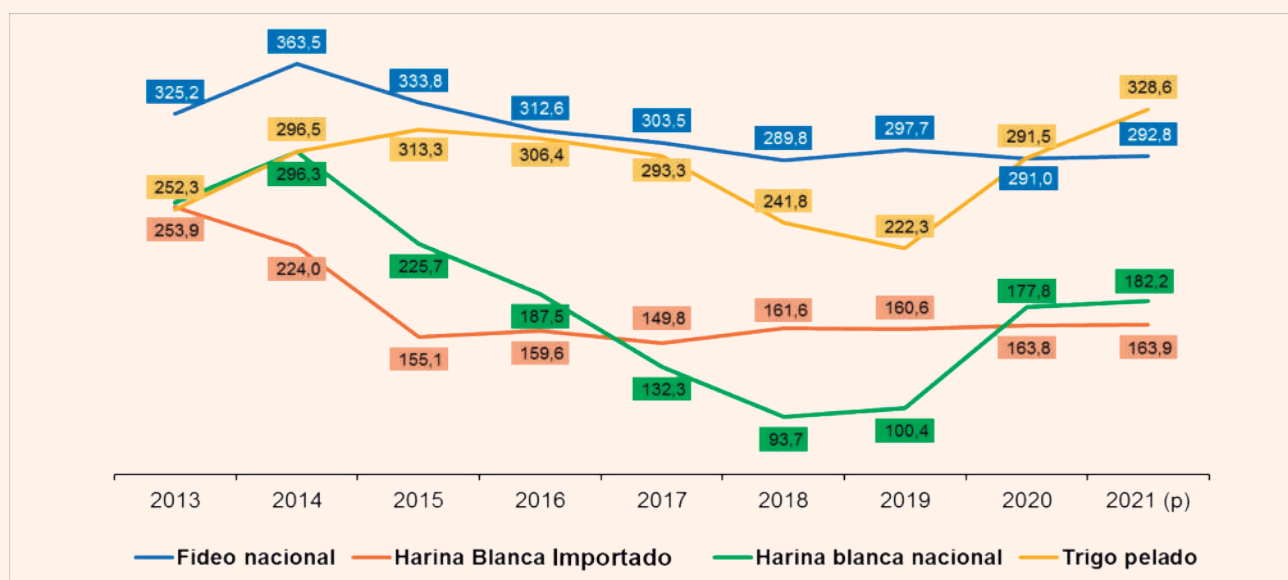
En el gráfico 24, se observa una relación de los precios fijados por el mercado mayorista respecto a los sub productos del trigo. El producto del trigo pelado tiene el mayor valor promedio a nivel nacional de Bs 328,6 por quintal (a noviembre de 2021); el departamento de Cochabamba lidera el mercado mayorista con un valor de Bs 355,2 por quintal, seguido del departamento de Tarija con Bs 347 por quintal y el departamento de La Paz con Bs 344,2 por quintal. En los restantes departamentos se tiene un valor promedio de Bs 317,1 por quintal; exceptuando al departamento de Pando, debido a la fluctuación de los precios en las distintas zonas francas.

El precio de la harina blanca (por importación), dentro del mercado mayorista a nivel nacional, a agosto del 2021, tiene un valor promedio de Bs 163,9 por quintal. En el departamento de Pando este producto tiene el mayor precio de Bs 212,8 por quintal. Mientras que en los restantes departamentos se registra un precio promedio de Bs 160 el quintal.

A noviembre de 2021, el comportamiento del precio de la harina blanca de procedencia nacional, tiene un precio promedio a nivel nacional de Bs 182,2 el quintal; el departamento de Beni registra el precio de este producto en Bs 201,5, un valor mayor respecto al costo en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Tarija, Santa Cruz y la ciudad de El Alto, regiones donde el precio promedio del quintal de harina es de Bs 179.

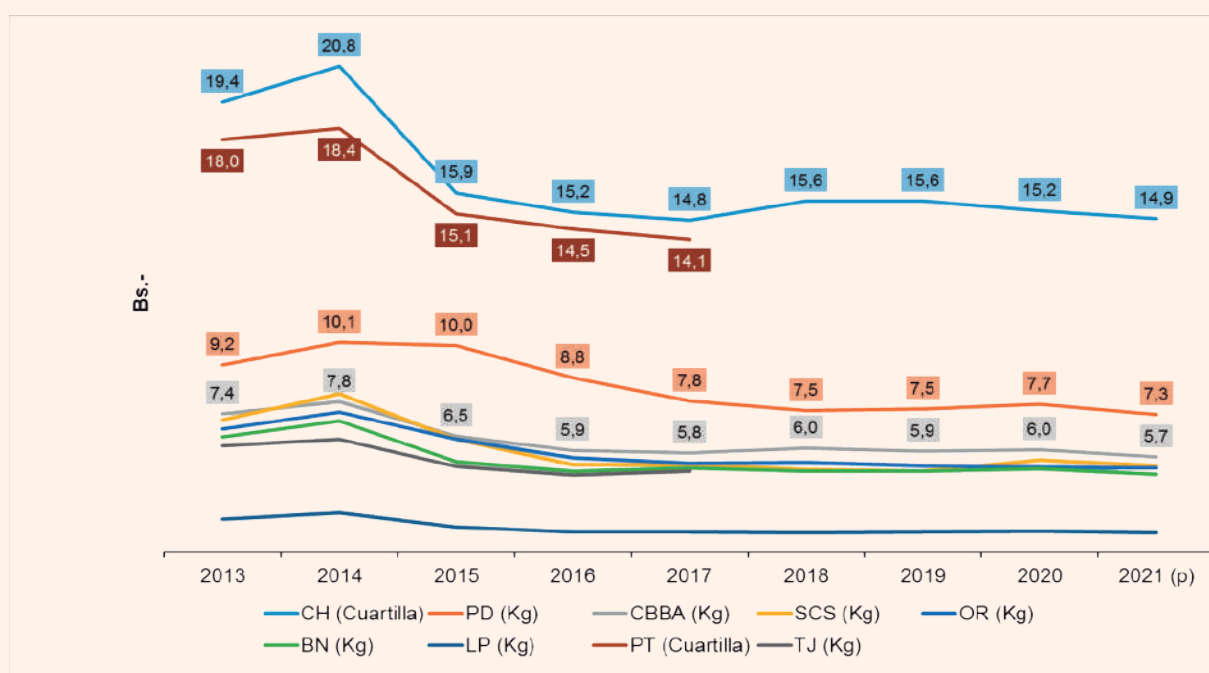
Finalmente, el quintal de fideos de procedencia nacional tiene un precio promedio de Bs 292,8 dentro los mercados mayoristas a nivel nacional, según datos al mes de agosto de 2021. En el departamento de Tarija se presenta el mayor precio con Bs 340,3 el quintal, seguido del departamento de Oruro con Bs 314,7 y Chuquisaca con un precio de Bs 312,8. En los restantes departamentos, incluida la ciudad del El Alto y exceptuando el departamento de Beni, el precio promedio es de Bs 274,5 el quintal. (Véase Anexo 2. Tabla de precios mayoristas).

Gráfico 25: Precios promedio en el mercado mayorista - (Precio en bolivianos por 46 kg)



Fuente: OAP-MDRyT, 2021 (p) noviembre 2021

Gráfico 26: Precios al consumidor de harina de trigo (Blanca/Integral) (Por tipo de volumen)



Fuente: OAP-MDRyT, 2021 (p) noviembre 2021

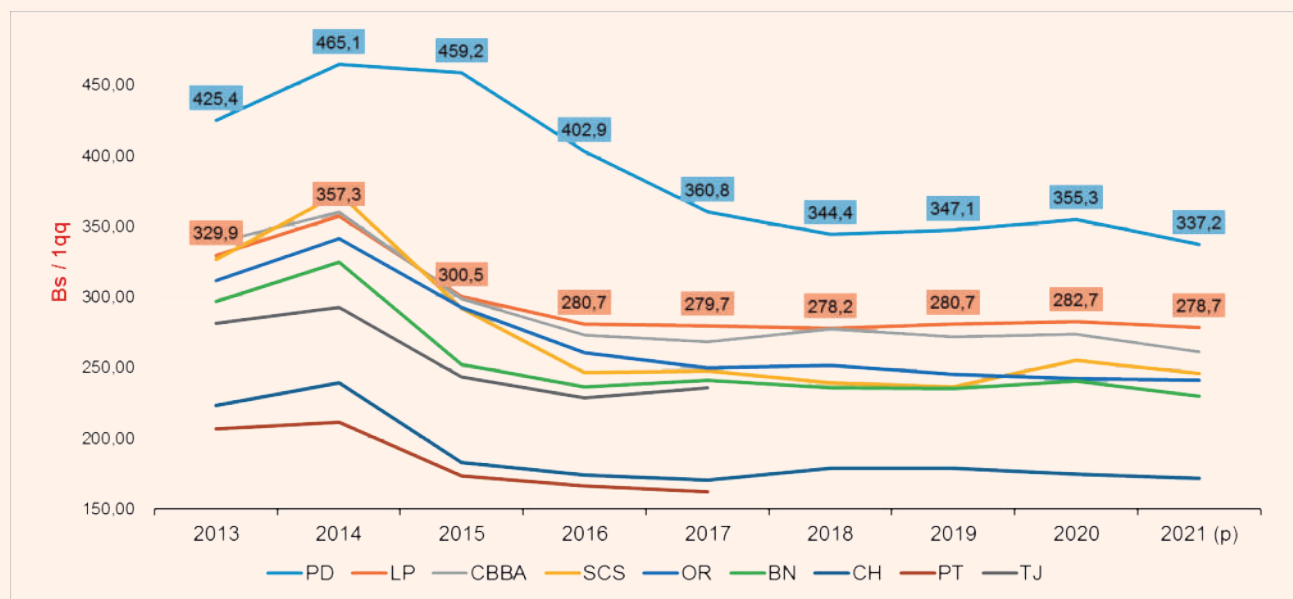
Con relación a los precios al consumidor, el precio de harina de trigo en el departamento de Pando tiene un valor de Bs 7,33 por kilogramo. En los departamentos de Cochabamba, Oruro, Santa Cruz y Beni el kilogramo tiene un precio promedio de Bs 5,32.

Para el departamento de La Paz el precio de la harina de trigo por libra tiene un valor de Bs 2,75; en el

departamento de Chuquisaca el precio por cuartilla es de Bs 14,91.

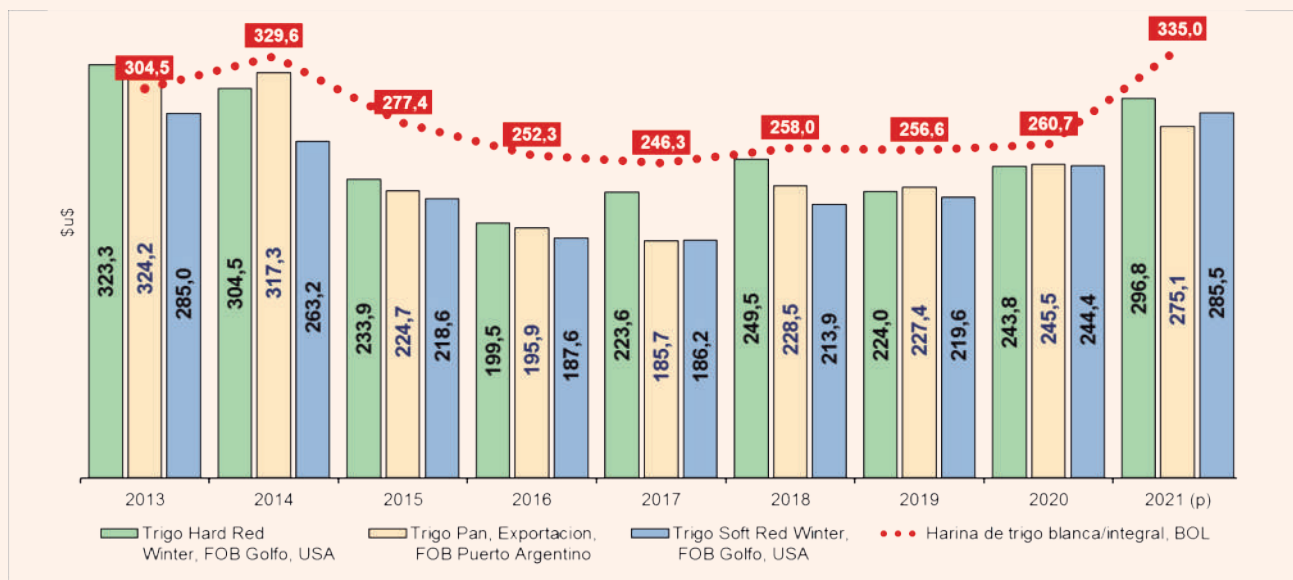
Cabe señalar que estos precios al consumidor final relativamente se mantienen estables debido a la subvención que ejecuta EMAPA que incentiva la producción del cultivo de trigo con el propósito de rebajar la importación de los derivados del trigo. (Véase anexo 3 y 4).

Gráfico 27: Precios promedio al consumidor de la harina de trigo (Blanca/Integral)



Fuente: OAP-MDRyT, 2021
(p) noviembre 2021

Gráfico 28: Precio internacional del trigo y su relación con el precio en Bolivia (en USD)



Fuente: ODEPA, elaboración DAPRO-MDPYEP

EMAPA, es importante en la regulación y fijación de precios del trigo en Bolivia, cada año establece precios de acopio e incentivo a la producción de trigo, como se muestra en el grafico anterior, donde se puede observar que los precios de compra de trigo al productor han sido superiores a las cotizaciones internaciones de este producto.

9. BALANCE COMERCIAL DEL TRIGO Y SUB PRODUCTOS DEL TRIGO



9. Balance comercial del trigo y sub productos del trigo

El balance de oferta y demanda de trigo (ver tabla 15), presenta una baja en general en cuanto a la campaña de verano (jul 2020 – jun 2021) con un repunte considerable para la campaña de invierno (abr - sep). Sin

embargo, se tiene un déficit aparente entre la oferta total y la demanda. La producción y la importación tienen un crecimiento considerable si se toma en cuenta la coyuntura y el periodo actual.

Tabla 15: Balance Comercial del Trigo al 2021 (Tn)

Descripción	2016 (p)	2017 (p)	2018 (p)	2019 (p)	2020 (p)	2021 (p)
Campaña verano	74.024	74.290	89.831	86.028	86.981	83.940
Campaña invierno	80.145	211.858	151.098	224.329	247.407	234.227
Producción	154.435	301.689	237.127	310.357	334.388	318.168
Stock inicial	78.226	94.048	111.011	63.526	45.898	64.208
Importación	114.624	167.531	75.575	62.023	113.945	106.740
Oferta total	347.285	563.268	423.713	435.906	494.231	489.116
Consumo interno (intermedio + hogares)	792.687	808.111	823.725	839.546	847.456	861.738
Consumo para transformación	780.299	795.574	811.039	826.711	834.433	848.551
Consumo directo	12.387	12.537	12.686	12.836	13.023	13.187
Requerimiento de semilla	20.926	23.948	23.726	24.545	24.027	24.919
Demanda total	813.613	832.059	847.451	864.092	871.483	886.657

Fuente: UCP-VPIMGE, con datos de MDRyT, EMAPA.

El consumo interno, el consumo directo y el consumo para transformación, se mantienen dentro las expectativas y condiciones generales, así como el requerimiento de semillas.

Tabla 16: Balance Comercial de harina de Trigo al 2021 (Tn)

Descripción	2018 (p)	2019 (p)	2020 (p)	2021 (e)
Campaña verano	64.679	61.940	62.626	60.437
Campaña invierno	108.791	161.517	178.133	168.644
Producción	173.469	223.457	240.759	229.081
Stock inicial	85.382	40.530	29.283	35.988
Oferta total	258.851	263.986	270.042	265.069
Consumo para transformación	583.948	595.232	600.792	610.957
Demanda total	583.948	595.232	600.792	610.957
Superávit (+) / déficit (-) aparente	-325.097	-331.245	-330.750	-345.888
Importación	276.764	310.946	364.130	229.539

Fuente: UCP-VPIMGE, con datos de MDRyT, EMAPA.

La oferta y demanda de harina de trigo tiene un comportamiento normal y estable en general con respecto a las campañas de verano e invierno. Asimismo, el consumo para transformación, se mantiene dentro los parámetros y condiciones generales.

Tomando en cuenta la situación actual, la producción en general tiene un crecimiento favorable, sin embargo, se tiene un déficit aparente entre la oferta total y la demanda.

10. COMPORTAMIENTO DE LA BANCA EN LA INDUSTRIA DEL TRIGO

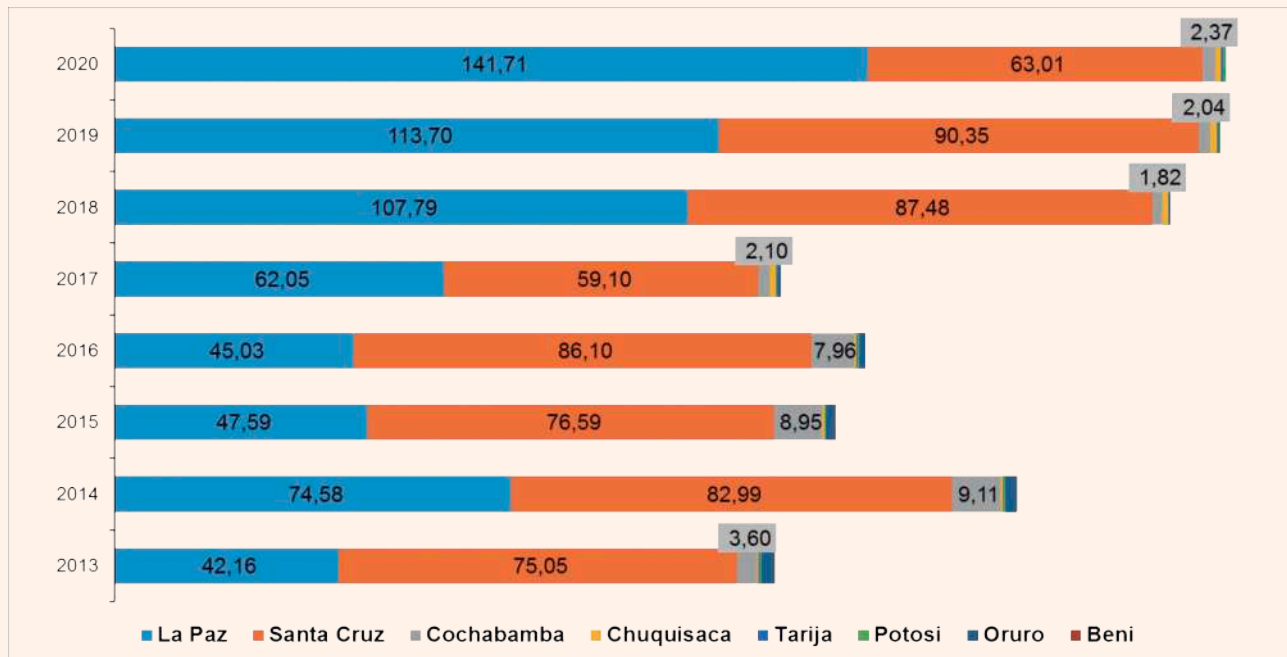


10. Comportamiento de la banca en la industria del trigo

Históricamente los productores agropecuarios han accedido a financiamiento para campañas agrícolas, desde lo comercial con proveedores y clientes o compradores más que el financiero (bancos, instrumentos financieros y estructurados). Ello, debido a la naturaleza del sector y sus actores intervinientes. Inicialmente se debe tomar en cuenta que la actividad agrícola es riesgosa debido a muchos factores que el productor no controla, como las condiciones

climáticas, el precio de los “commodities” y de los insumos y la volatilidad del tipo de cambio del dólar. Todos estos factores no controlables definen un riesgo sistemático el cual es una limitante para la diversificación y tiene una estrecha relación con el crédito bancario o financiero. Con respecto al sector triguero el acceso a créditos bancarios y/o financieros es de corto plazo y dirigido principalmente a la fracción empresarial.

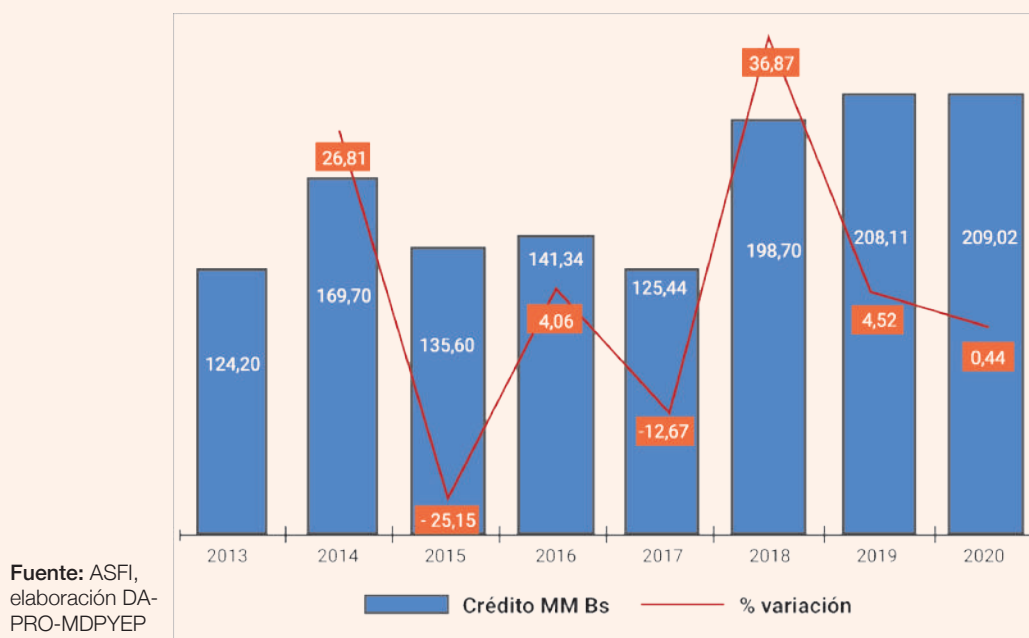
Gráfico 29: Crédito al sector de la preparación y molienda de trigo (valor en millones de bolivianos)



Fuente: ASFI, elaboración DAPRO-MDPYEP

Durante el periodo 2013 a 2020, el crédito al sector de la molienda de trigo se desarrolló de manera favorable impulsado por un fuerte desarrollo de la soya y su industria. Según los datos por departamento, los productores de La Paz, específicamente a los productores situados en la ciudad de El Alto, accedieron con el 48,4% de créditos al sector preparador y molienda de trigo, seguido por los productores de Santa Cruz con un 47,3%, de Cochabamba con un 3% y los restantes productores del resto del país tienen acceso en 1,4%. En 2020, el crédito destinado a los productores de La Paz fue de Bs 141,7 millones, para Santa Cruz Bs 63,01 millones y a productores de Cochabamba Bs 37,95 millones. Mientras que los créditos colocados por el sector bancario a los productores de otros departamentos fue de Bs 18,87 millones, excepto los productores de Beni. (Ver gráfico 28)

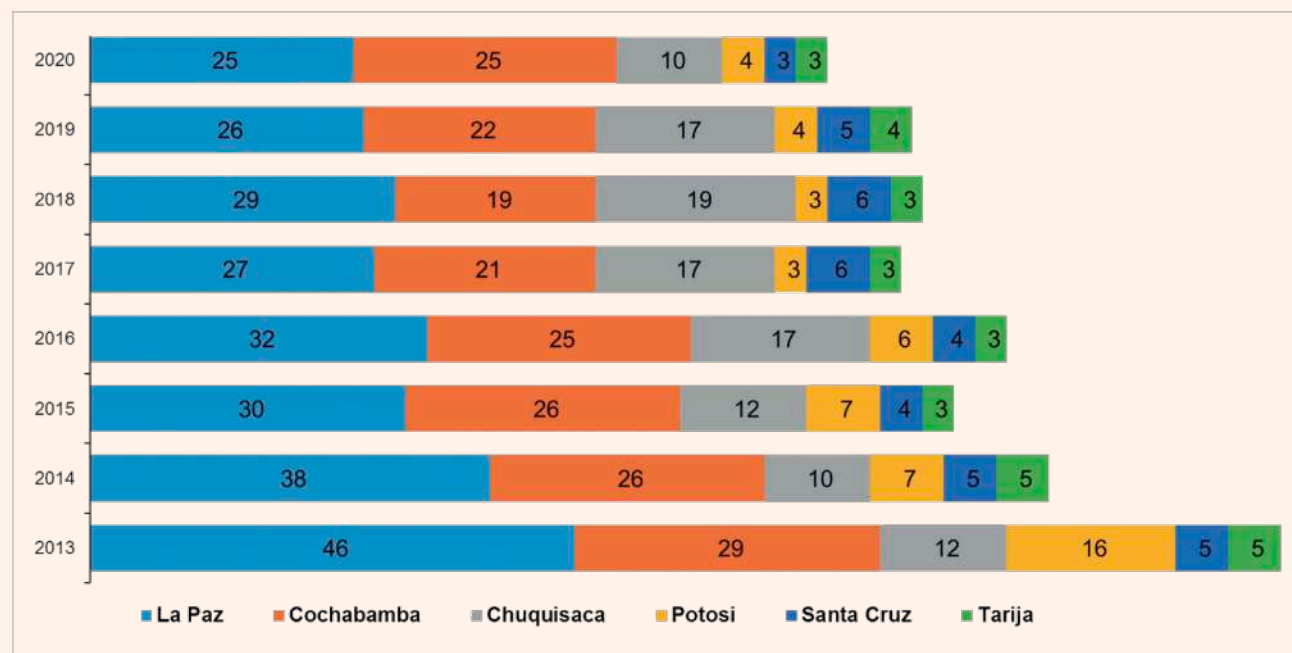


Gráfico 30: Variación porcentual del crédito al sector de la preparación y molienda de trigo

Entre los años 2015 y 2017, se registró un decrecimiento en el acceso a créditos para la preparación y molienda del trigo de un 25,15% y 12,67% respecto a los años 2014 y 2016, debido a que los precios internacionales del trigo para el año 2015 fue de \$us 225.7 por tonelada métrica y para en 2017 a \$us 198 por tonelada métrica. Se observa una caída de los precios internacionales que causaron que muchos productores de trigo opten por la siembra de soya, sorgo, maíz y girasol.

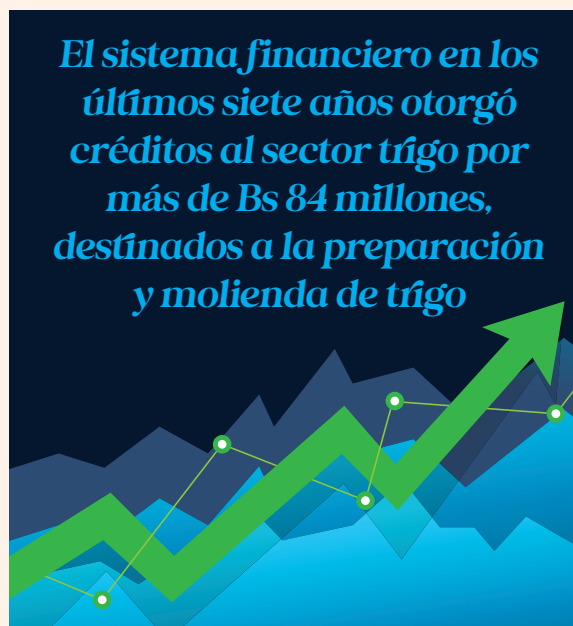
A partir del año 2018 a 2020, los créditos que accedieron los productores para la preparación y molienda de trigo tuvieron un crecimiento promedio de Bs 1,21 millones.

La variación porcentual de los créditos que desembolsó el sistema financiero al 2020 creció en 0,44% respecto al 2019. Este incremento puede explicarse por la aplicación en sus distintas modalidades del Programa Multisectorial de Fomento a la Producción de Trigo que tuvo mayor incidencia en los productores de Santa Cruz y Cochabamba.

Gráfico 30: Número de prestatarios del sector de preparación y molienda de trigo

Entre los años 2013 a 2020 el número de prestatarios que se dedican a la preparación y molienda de trigo están distribuidos su mayor número en el departamento de La Paz, específicamente a los productores situados en la ciudad de El Alto con 253 prestatarios, seguido para los productores del departamento de Cochabamba con 193 prestatarios y en el departamento de Chuquisaca con 114 prestatarios. Los restantes 123 prestatarios corresponden a los demás departamentos.

(Ver gráfico 30)



11. Referencia bibliográfica

- Atlas de Vocación y Potencialidades Productivas, 2017.
- Censo Nacional Agropecuario, 2013.
- Encuesta Nacional Agropecuario, 2015.
- EMP (2012) “Estudio de la Harina de Trigo”.
- CEDIB “Alza de Precios ¿Escasez o Especulación?”.
- Diagnostico Situacional del Trigo y Propuestas de Intervención (UCP - VPIMGE) (2015).
- MACA “Estudio de Identificación, Mapeo y Análisis Competitivo de la Cadena Productiva del Trigo”.
- MDRyT “Municipios Productores de Trigo”.
- MDRyT “Boletín Informativo Agroalimentario”.
- Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP) (2018) “Comparación de Precios de Productos Agropecuarios en Ciudades Fronterizas”.
- Plan del Sector Agropecuario y Rural, 2017.
- GUTIERREZ U, Israel (2018). Propuesta de un modelo geo estadístico de patrones espaciales para la estimación de la precipitación acumulada en las zonas agro productivas del departamento de La Paz. Tesis de Maestría en Ciencias Geomáticas, Universidad Mayor de San Andrés.
- UDAPRO (2018) “Sistema Integrado de Información Productiva”.
- IBCE (2013) “Trigo, Una Oportunidad para la Soberanía Alimentaria Boliviana”.
- AEMP (2017) “Estudio de Mercado de Pastas Alimenticias de Bolivia”.

ANEXOS



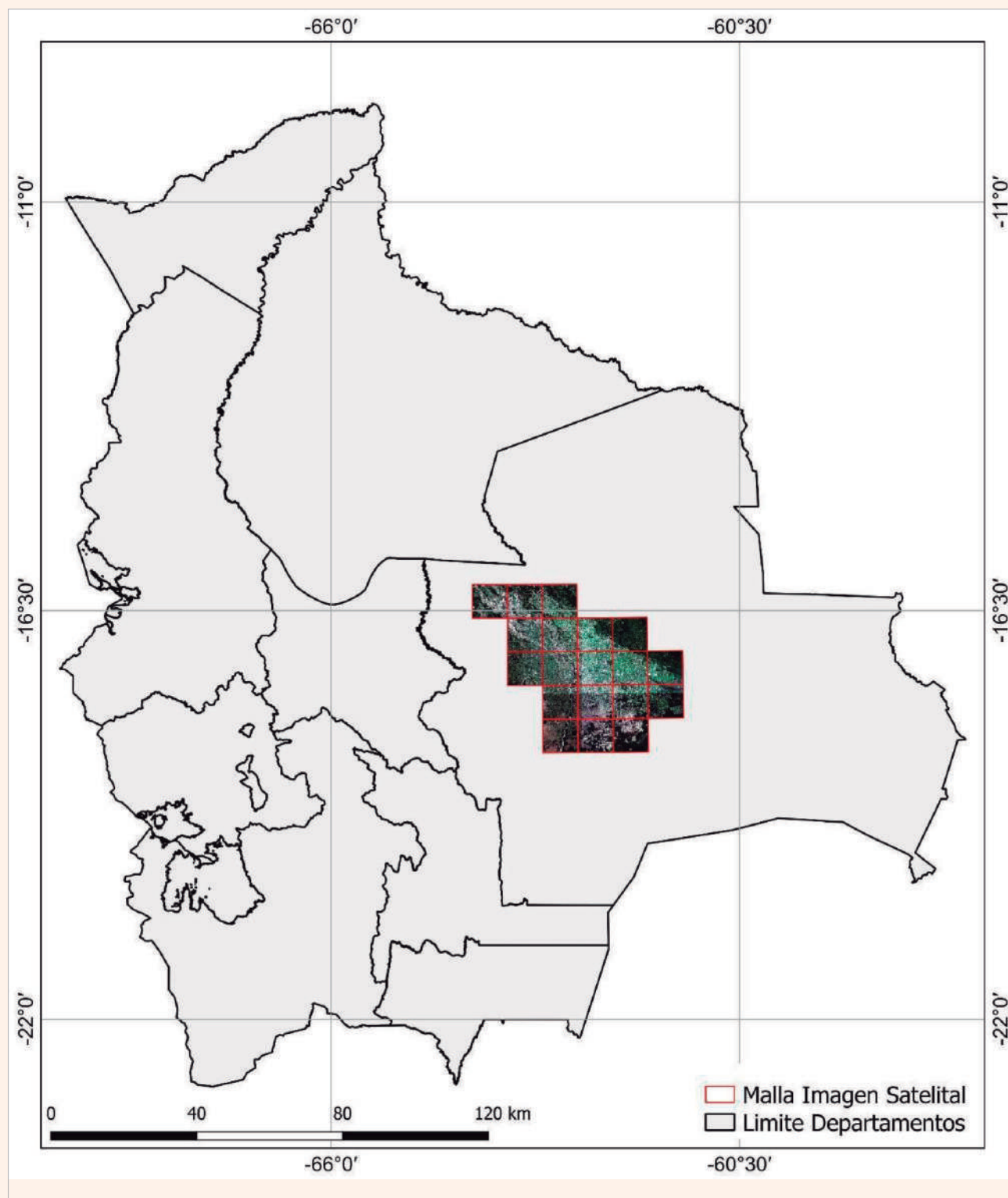
Anexo 1: Metodología de procesamiento de imágenes de satélite para la detección de cultivos de trigo

Figura 3: Modulo de gestión de datos climáticos – NASA GIOVANNI

The screenshot displays the NASA GIOVANNI web interface. At the top, it shows the URL 'giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/' and the NASA logo. The main header includes 'GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.36' and navigation links for 'Feedback', 'Help', and 'Login'. A yellow banner below the header reads 'Giovanni User Guide adds instructions for citing datasets used in visualization and analysis ... [1 of 2 messages] Read More'. The interface is divided into several sections: 'Select Plot' (set to 'Time Averaged Map'), 'Select Date Range (UTC)' (with a date range of 'YYYY-MM-dd 00:00 to YYYY-MM-dd 23:59' and a valid range of '1948-01-01 to 2022-01-12'), and 'Select Region (Bounding Box or Shape)' (set to '-180, -90, 180, 90'). On the left, there are 'Select Variables' sections for 'Observations' (Model: 1273, Observation: 748) and 'Disciplines' (Aerosols: 266, Atmospheric Chemistry: 234, Atmospheric Dynamics: 838, Cryosphere: 19, Hydrology: 589, Ocean Biology: 56, Oceanography: 81, Water and Energy Cycle: 765). Below these are expandable sections for 'Measurements', 'Platform / Instrument', 'Spatial Resolutions', 'Temporal Resolutions', 'Wavelengths', 'Depths', 'Special Features', and 'Portal'. A search bar with 'Keyword:' and 'Search'/'Clear' buttons is present. A large blue circular icon with a white download arrow is overlaid on the interface. A dark blue text box on the right contains the following text: 'Se descargó en un total de 80 imágenes de satélite en formato netCDF, con una cobertura de aproximadamente de 3.755 km2. Estas se organizaron a partir del año 2011 al 2021 y distribuidos para los meses de la época seca (mayo a julio)'. At the bottom, there is a footer with 'Responsible NASA Official: Angela Li', 'Web Curator: M. Haggde', 'Privacy', 'Powered By', and 'Contact Us' links, along with 'Reset' and 'Plot Data' buttons.

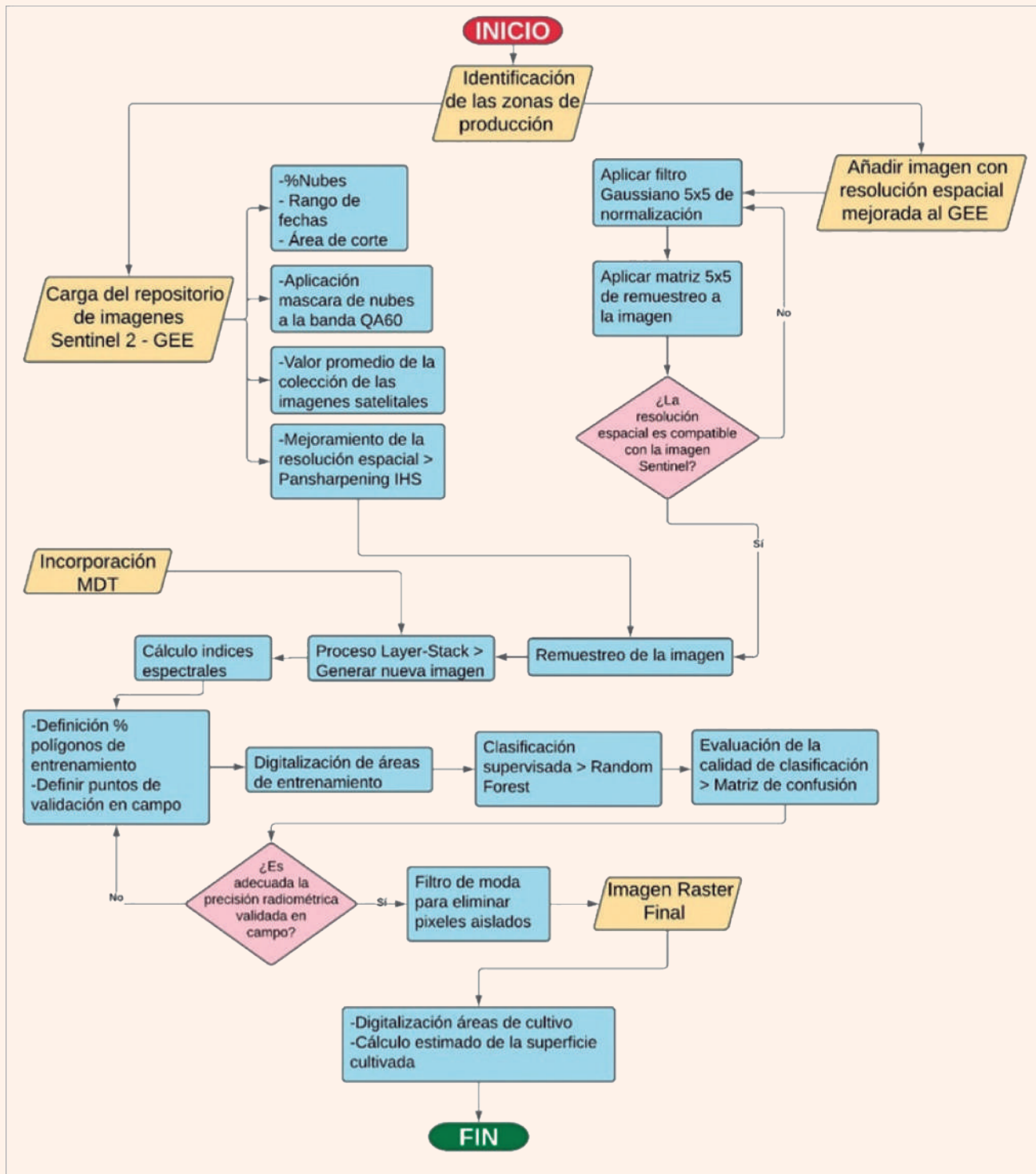
Fuente: <https://giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

Una vez definidas las variables técnicas del sensor meteorológico, se procede a ingresar a la plataforma web (se recomienda usar los navegadores Mozilla o Google Chrome) de la NASA en su módulo de gestor de datos climáticos GIOVANNI, mediante la dirección url: <https://giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

Mapa 13: Cobertura de imágenes satelitales TRMM, MODIS-Terra, NOAA y Sentinel 2B

Fuente: <https://giovanni.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

Figura 4: Esquema metodológico de identificación de cultivos de trigo



Fuente: DAPRO, 2021

Dentro del flujo trabajo definido, se establece como primer paso el cargue del repositorio Sentinel-2 (COPERNICUS/S2_SR), tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Porcentaje de nubosidad: Se seleccionó las imágenes con un porcentaje igual o menor al indicado al 10%. Se debe tener presente que esto proviene de la metadata de la imagen, es decir, es la concentración estimada que se encuentra presente en el total de la imagen.
- Rango de tiempo: Se seleccionó las imágenes correspondientes a fecha 01 de mayo al 31 de julio de 2021.
- Definición y corte a partir del área de estudio: este filtro define y realiza el corte de las zonas productoras del departamento de Santa Cruz; donde se realizará la búsqueda.
- De forma adicional, es aplicada una máscara de nubosidad a cada imagen de la colección, que es producto de la identificación y corte de las zonas que,

de acuerdo a la banda de calidad QA60, posee presencia de nubes y cirrus. Esta acción disminuye la posibilidad de que existan nubes en el mosaico que es utilizado como insumo de la clasificación.

- Con el propósito de realizar la clasificación a partir de una sola imagen, es empleada una reducción de la colección de las imágenes, generando un mosaico de valores de la mediana, que consiste en seleccionar el valor de la mediana de cada pixel, esta técnica es plenamente utilizada porque, su uso genera una imagen homogénea en el espacio y tiempo que disminuye las afectaciones por presencia de nubes y fuentes de contaminación.

Como se puede observar en la Figura 5, el resultado del pre procesamiento de la combinación de bandas B8, B4, B3 y B2, presentan diferencia visual debido a la reflectividad y el color verdoso fenológico, ya que en las zonas de cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz la altura promedio es de 55 cm.

Figura 5: Combinación de bandas municipios: Okinawa Uno y Cuatro Cañadas



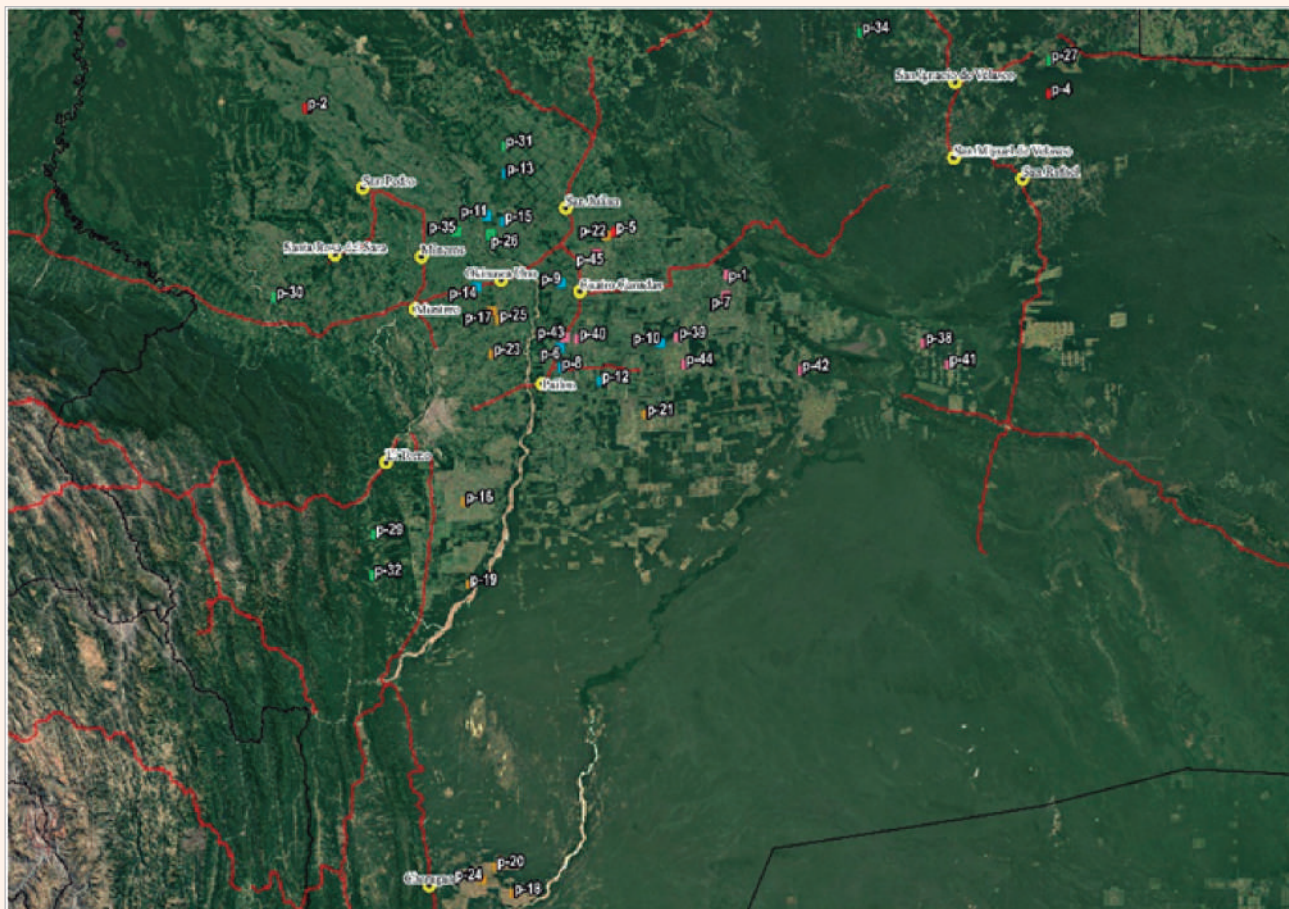
Fuente: DAPRO, 2021

La clasificación se realiza a partir de los polígonos de entrenamiento trazados manualmente para la cobertura que abarca las zonas de producción de trigo. La muestra es dividida en polígonos de entrenamiento y de validación. Para la selección del set de datos de validación, se toman en cuenta el 30% del total de los polígonos que corresponde a la información de validación; su selección es a partir de números aleatorios, que en este caso es cero, y producto de la verificación entre

los datos de entrenamiento y los preseleccionados de validación, con el propósito de que no exista autocorrelación espacial con la muestra de entrenamiento.

En ese entendido, se realizó un muestreo georreferenciado de correlación sobre las zonas de cultivo de trigo, en fecha 24 y 25 de junio de 2021, en coordinación con EMAPA Regional Santa Cruz, conformándose dos brigadas de trabajo para la obtención de 51 puntos de control.

Figura 6: Zona de muestro departamento de Santa Cruz

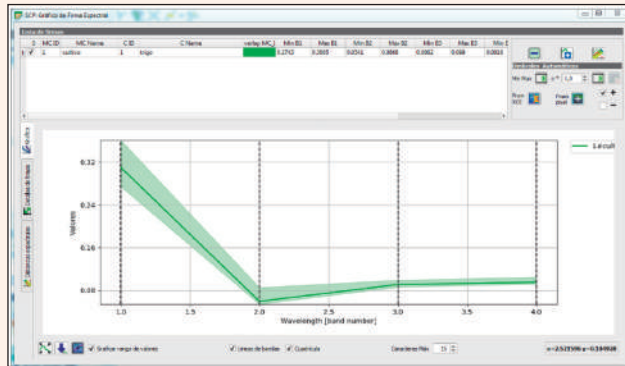


Fuente: DAPRO, 2021

Con los datos de validación obtenidos en campo se definió la matriz de confusión como el resultado del cruce tabulado de las clases de la imagen y de la información de terreno. Es importante mencionar que todo cultivo posee una distribución única de radiación electromagnética que puede ser reflejada, transmitida o absorbida. La firma espectral, en este caso, del cultivo de trigo presenta una reflectancia influenciada por características morfológicas, fisiológicas o por efecto del déficit de humedad.

Una de las propiedades espectrales del cultivo de trigo es la presencia diferenciada de la clorofila que es el pigmento más importante en la fotosíntesis, en las zonas de cultivo del departamento de Santa Cruz.

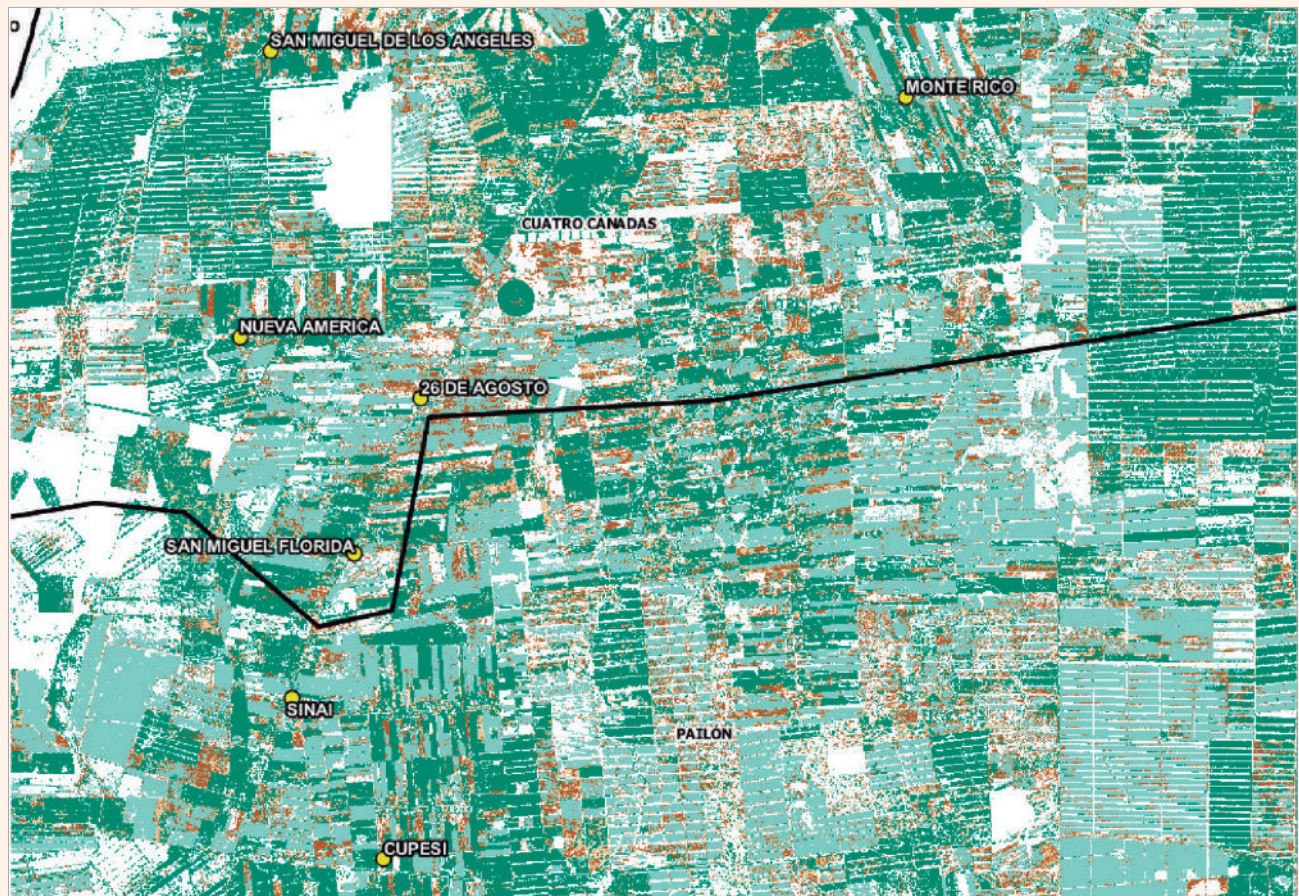
Figura 7: Firma espectral del cultivo de trigo



Fuente: DAPRO, 2021

Se observa que en la región del espectro visible tiene una alta reflectancia dada la fuerte absorción por los pigmentos foliares, este comportamiento se presenta en las zonas del norte integrado de Santa Cruz. De igual forma se observa, que existe un cambio al final de la longitud de onda de la zona roja, esta característica es una respuesta espectral de toda vegetación, esto se presenta por la baja reflectancia de la clorofila y la alta reflectancia en el infrarrojo cercano, asociada con la estructura interna de cada cultivo y el contenido de humedad en el tallo.

Figura 8: Clasificación supervisada para determinar cultivos de trigo



Fuente: DAPRO, 2021

Anexo 2: Precio mayoristas de sub productos del trigo a noviembre de 2021

Producto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (p)
Fideo nacional	325,2	363,5	333,8	312,6	303,5	289,8	297,7	291,0	292,8
Chuquisaca	313,7	360,7	330,7	299,5	280,0	274,1	281,8	280,5	312,8
La Paz	333,5	369,6	325,7	295,3	296,5	298,1	303,3	289,6	290,3
Cochabamba	321,7	354,7	326,4	313,2	283,2	268,8	274,8	280,3	281,4
Oruro	324,7	363,1	328,0	316,1	298,8	278,8	317,9	307,8	314,7
Potosí	310,8	348,6	315,9	278,3	274,7	264,0	268,7	276,6	280,0
Tarija	312,3	362,7	341,2	310,1	292,4	308,1	300,0	295,9	340,3
Santa Cruz	301,7	356,1	308,7	290,7	295,0	287,3	273,7	303,4	278,7
Beni	344,2	383,5	366,3	352,1	360,0	302,1	305,5	300,0	220,0
Pando	365,0	372,4	361,1	363,8	360,0	346,2	365,2	360,0	
El Alto				299,8	270,6	270,6	284,8	290,7	296,8

Producto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (p)
Harina blanca nacional	257,6	296,3	225,7	187,5	132,3	93,7	100,4	177,8	182,2
La Paz	280,1	287,5	243,8	211,5	178,3	186,1	178,1	178,6	176,2
Cochabamba	294,3	282,2	196,7	170,1	166,7	180,4	177,0	174,8	180,1
Tarija			150,0	160,1				140,0	174,7
Santa Cruz	260,5	289,3	211,7	180,1	172,5	176,7	178,1	188,0	189,5
Beni	204,4	329,5	269,0	210,1	209,8	205,3	214,6	195,0	201,5
El Alto				200,7	180,5	172,8	173,6	180,0	174,5

Producto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (p)
Trigo pelado	252,3	296,5	313,3	306,4	293,3	241,8	222,3	291,5	328,6
Chuquisaca	171,0	249,8	304,4	219,1	223,4	204,5	206,3	249,0	285,6
La Paz	273,6	300,6	321,3	343,5	386,4	327,4	261,8	292,2	344,2
Cochabamba	273,9	299,9	319,6	295,8	310,4	324,4	337,3	340,0	355,2
Oruro	268,7	293,3	312,4	322,6	341,9	365,9	320,9	318,7	322,2
Potosí	239,7	290,5	306,9	307,2	349,0	336,4	306,5	320,0	320,0
Tarija	284,4	349,4	307,9	354,6	329,6	270,5	243,0	226,4	347,0
Santa Cruz	252,0	290,6	302,0	302,0	295,4	285,3	240,5	300,7	321,0
El Alto					389,0	292,2	241,9	282,4	336,6
Total	275,9	294,8	258,2	243,5	223,1	197,2	197,0	230,9	238,1

Anexo 3: Precios al consumidor de harina de trigo (blanca/integral) (por tipo de pesaje) a noviembre de 2021

Departamento	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (p)
Chuquisaca (cuartilla)	19,43	20,81	15,15	15,15	14,83	15,58	15,58	15,22	14,91
Pando (kg)	9,25	10,11	9,98	8,76	7,84	7,49	7,55	7,72	7,33
Cochabamba (kg)	7,36	7,83	6,50	5,94	5,84	6,03	5,92	5,95	5,68
Santa Cruz (kg)	7,10	8,12	6,36	5,37	5,39	5,20	5,14	5,55	5,35
Oruro (kg)	6,78	7,42	6,37	5,67	5,44	5,48	5,34	5,27	5,24
Beni (kg)	6,45	7,06	5,49	5,14	5,24	5,12	5,11	5,23	5,00
La Paz (kg)	3,26	3,53	2,97	2,77	2,76	2,75	2,77	2,79	2,75
Potosí (cuartilla)	17,98	18,41	15,09	14,49	14,10				
Tarija (kg)	6,12	6,37	5,30	4,98	5,12				

Anexo 4: Precios promedio al consumidor de la harina de trigo (blanca/integral) a noviembre de 2021

Producto	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (p)
Harina de trigo (blanca integral)	304,50	329,62	277,38	252,29	246,27	257,98	256,60	260,73	252,29
Chuquisaca	223,43	239,28	182,97	174,26	170,54	179,13	179,13	175,01	171,48
La Paz	329,43	357,32	300,48	280,66	279,73	278,22	280,66	282,69	278,73
Cochabamba	338,41	360,37	298,89	273,39	268,56	277,19	272,09	273,85	261,35
Oruro	311,77	341,44	292,98	260,67	250,28	251,89	245,49	242,42	241,24
Santa Cruz	326,64	373,56	292,33	246,79	247,75	239,39	236,40	255,49	245,97
Beni	296,74	324,91	252,31	236,29	241,12	235,64	235,25	240,39	230,00
Pando	425,42	465,14	459,16	402,92	360,76	344,39	347,15	355,27	337,25
Potosí	206,71	211,71	173,53	166,66	162,13				
Tarija	281,44	292,91	243,80	229,00	235,60				
Total	304,50	329,62	277,38	252,29	246,27	257,98	256,60	260,73	252,29



CONSUME LO NUESTRO

 /MDPyEPBolivia

 @MDPyEPBolivia

 @mdpyep.bolivia

 /MDPyEPBolivia

 @mdpyep_bolivia

Av. Mariscal Santa Cruz, edif. Centro de Comunicaciones La Paz,
piso 20. Tel: (591-2) 2184444 - Fax: (591-2) 2124933

www.produccion.gob.bo