

# Vulnerabilidad agrícola de la Central Condoriri, altiplano Central de Bolivia

Campero Marin Sergio Alonso<sup>1</sup>

[sergiocampero.sc@gmail.com](mailto:sergiocampero.sc@gmail.com)

Marcelo Gonzales Torrico<sup>2</sup>

[marcelogonzalest@hotmail.com](mailto:marcelogonzalest@hotmail.com)

<sup>1</sup>Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Bolivia - SENAMHI

<sup>2</sup>Universidad Técnica de Oruro - UTO

**RESUMEN:** *El municipio Caracollo debido a su ubicación geográfica, la central Condoriri es vulnerable a recibir eventos de tipo hidro-meteorológico que ponen en riesgo a gran parte de la agricultura y la pecuaria.*

*Su forma territorial expone el departamento de Oruro a desastres hidro-meteorológicos cada vez más frecuentes.*

*Por lo general las actividades agropecuarias presentan mayor vulnerabilidad ante la presencia de contingencias climatológicas, particularmente aquellas relacionadas con la falta o el exceso de precipitación pluvial y en menor escala, aunque cada vez con mayor frecuencia, las temperaturas mínimas extremas. Esta vulnerabilidad se acrecienta por las características intrínsecas del sector agropecuario, en el cual todas las actividades productivas, transformadoras y de comercialización, se ven de alguna manera influenciadas por eventos climáticos.*

*Además, representa un obstáculo para el crecimiento continuo de gran parte de los productores del sector agropecuario.*

**PALABRAS CLAVE:** Vulnerabilidad, Susceptibilidad, Resiliencia, Exposición, Riesgo, Condoriri.

**ABSTRACT:** *The Caracollo municipality due to its geographical location, the Condoriri is vulnerable to receiving hydro-meteorological events that put a large part of agriculture and life at risk.*

*Its territorial form exposes the Oruro department to increasingly frequent hydro-meteorological disasters.*

*In general, agricultural activities are more frequent in the presence of climatic contingencies, with many*

*characteristics related to the lack of excess rainfall and, on a smaller scale, although more frequently, minimum extreme temperatures. This vulnerability is increased by the intrinsic characteristics of the agricultural sector, in which all the productive, transforming and marketing activities are otherwise influenced by climatic events.*

*In addition, it represents an obstacle to the continuous growth of a large part of the producers of the agricultural sector.*

**KEYWORDS:** *Vulnerability, Susceptibility, Resilientia, Exposition, Risk, Condoriri.*

## 1 INTRODUCCIÓN

El tamaño y la dispersión de las unidades de producción más pequeñas, dificultan y encarecen la aplicación de esquemas de gestión de riesgos agropecuarios. Esta situación ha sido el motivo principal del PIAACC-64 para desarrollar planes de desarrollo para cultivos como la papa, cebada, quinua y pecuaria principalmente en la zona.

La implementación de talleres de capacitación y difusión de estrategias de prevención de eventos perjudiciales a la actividad agropecuaria también es más complicada de llevar a cabo con este tipo de productores, dado su alto grado de aislamiento: los costos que representa brindar servicios de capacitación de manera efectiva a un sector de productores fragmentado en una gran cantidad de pequeñas comunidades de producción, son significativamente elevados.

Finalmente, la falta de acceso a herramientas para aumentar la capacidad de resistencia ante eventos catastróficos, como son la tecnología y los servicios financieros, contribuye a incrementar el nivel de vulnerabilidad de este grupo de productores.

## 2 Metodología

### Población y muestra.

40 encuestas realizadas en las comunidades de la central Condoriri

### Métodos, técnicas,

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, susceptibilidad y resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula:

$$\text{VULNERABILIDAD} = \frac{\text{SUSCEPTIBILIDAD} \times \text{EXPOSICIÓN}}{\text{RESILIENCIA}}$$

### Diseño metodológico

Se utilizó la idea de Ycaza P., Manobanda N., 2009 de parametrizar valores de 0 a 5 en cada una de las variables.

Para evaluar la amenaza fueron considerados los valores de atraso de lluvias, adelanto de lluvias, vientos fuertes, sequias inundaciones, granizadas, heladas, nevadas, nubosidad, humedades relativas, sometidas a gradaciones para la valoración de la amenaza introducida por cada una.

A estas variables fueron asignados valores acordes al nivel del porcentaje estadístico.

### Parámetros para amenaza

#### Atraso de lluvias

Las zonas propensas al atraso de lluvias fueron valoradas de la siguiente forma:

ATRASO DE LLUVIAS	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

#### Adelanto de lluvias

Las zonas propensas al adelanto de lluvias fueron valoradas de la siguiente forma:

ADELANTO DE LLUVIAS	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

#### Vientos fuertes

Las zonas propensas a vientos fuertes fueron valoradas de la siguiente forma:

VIENTOS FUERTES	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

### Poca radiación solar

Las zonas propensas a poca radiación solar fueron valoradas de la siguiente forma:

POCA RADIACIÓN	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

### Lluvias por meses durante el año

Las zonas propensas a lluvias durante el año fueron valoradas de la siguiente forma:

LLUVIAS POR MESES DURANTE EL AÑO	VALOR	
12 meses	0	Excelente
9 a 11 meses	1	Muy bueno
8 a 6 meses	2	Bueno
5 a 3 meses	3	Regular
2 a 1 meses	4	Malo
0 meses	5	Pésimo

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar la exposición fueron consideradas la textura del suelo para inferir la capacidad de retención de agua, zonas de riesgo de inundaciones y los pisos altitudinales.

En función de la capacidad del suelo para retener el agua y considerando la textura como el elemento fundamental relacionado con esta capacidad, se asignaron los siguientes valores por tipos texturales de suelo:

### Falta de fertilización del suelo

Las zonas propensas a falta de fertilización del suelo fueron valoradas de la siguiente forma:

FALTA DE FERTILIZACIÓN DEL SUELO	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

### Suelos pobres

Las zonas propensas a suelos pobres fueron valoradas de la siguiente forma:

SUELOS POBRES	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

### Falta de semillas

Las zonas propensas a falta de semillas fueron valoradas de la siguiente forma:

SEMILLAS	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

### El factor económico

Las zonas propensas al factor económico fueron valoradas de la siguiente forma:

ECONÓMICO	VALOR
SI	5
NO	0

Fuente: Elaboración propia

### Inundaciones

Las zonas propensas a inundaciones fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE INUNDACIÓN	DE	VALOR	MESES
Muy frecuentemente		5	12 meses
Frecuentemente		4	9 a 11 meses
Regularmente		3	6 a 8 meses
Poco		2	3 a 5 mese
Muy poco		1	1 a 2 meses
No		0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Heladas

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a heladas.

Las zonas propensas a heladas fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE HELADAS	VALOR	MESES
Muy frecuentemente	5	12 meses
Frecuentemente	4	9 a 11 meses
Regularmente	3	6 a 8 meses
Poco	2	3 a 5 mese
Muy poco	1	1 a 2 meses
No	0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Sequia

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Sequia.

Las zonas propensas a Sequia fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE SEQUIA	VALOR	MESES
Muy frecuentemente	5	12 meses
Frecuentemente	4	9 a 11 meses
Regularmente	3	6 a 8 meses
Poco	2	3 a 5 mese
Muy poco	1	1 a 2 meses
No	0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Granizada

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Granizada.

Las zonas propensas a Granizada fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE GRANIZADA	DE	VALOR	MESES
Muy frecuentemente		5	12 meses
Frecuentemente		4	9 a 11 meses
Regularmente		3	6 a 8 meses
Poco		2	3 a 5 mese
Muy poco		1	1 a 2 meses
No		0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Nevada

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Nevada.

Las zonas propensas a Nevada fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE NEVADA	VALOR	MESES
Muy frecuentemente	5	12 meses
Frecuentemente	4	9 a 11 meses
Regularmente	3	6 a 8 meses
Poco	2	3 a 5 mese
Muy poco	1	1 a 2 meses
No	0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Nubosidad

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Nubosidad.

Las zonas propensas a Nubosidad fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE NUBOSIDAD	DE	VALOR	MESES
Muy frecuentemente		5	12 meses
Frecuentemente		4	9 a 11 meses
Regularmente		3	6 a 8 meses
Poco		2	3 a 5 mese
Muy poco		1	1 a 2 meses
No		0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Humedades relativas extremas

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Humedades relativas extremas.

Las zonas propensas a Humedades relativas extremas fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE HUMEDADES RELATIVAS EXTREMAS	VALOR	MESES
Muy frecuentemente	5	12 meses
Frecuentemente	4	9 a 11 meses
Regularmente	3	6 a 8 meses
Poco	2	3 a 5 mese
Muy poco	1	1 a 2 meses
No	0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Plagas

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Plagas.

Las zonas propensas a Plagas fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE PLAGAS	VALOR	MESES
Muy frecuentemente	5	12 meses
Frecuentemente	4	9 a 11 meses
Regularmente	3	6 a 8 meses
Poco	2	3 a 5 mese
Muy poco	1	1 a 2 meses
No	0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Enfermedades

Para evaluar la exposición fueron considerados las zonas propensas a Enfermedades.

Las zonas propensas a Enfermedades fueron valoradas de la siguiente forma:

FRECUENCIA DE ENFERMEDADES	VALOR	MESES
Muy frecuentemente	5	12 meses
Frecuentemente	4	9 a 11 meses
Regularmente	3	6 a 8 meses
Poco	2	3 a 5 mese
Muy poco	1	1 a 2 meses
No	0	0 meses

Fuente: Elaboración propia

### Textura del suelo

Las zonas propensas a la textura del suelo fueron valoradas de la siguiente forma:

TEXTURA DEL SUELO	VALOR	CALIFICACION
Arenoso	1	Muy bueno
Limo arenoso	2	Bueno
Limoso	3	Regular
Arcillo limosos	4	Malo
Arcilloso	5	Pésimo

Fuente: Elaboración propia

### Porcentaje de porosidad del suelo

Las zonas propensas al porcentaje de porosidad del suelo fueron valoradas de la siguiente forma:

PORCENTAJE DE POROSIDAD DEL SUELO	VALOR	CALIFICACION
100%	0	Excelente
Menor al 80%	1	Muy bueno
Menor al 60%	2	Bueno
Menor al 40%	3	Regular
Menor al 20%	4	Malo
0%	5	Pésimo

Fuente: Elaboración propia

### Porcentaje de materia orgánica del suelo

Las zonas propensas a porcentaje de materia orgánica del suelo fueron valoradas de la siguiente forma:

PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO	VALOR	CALIFICACION
100%	0	Excelente
Menor al 80%	1	Muy bueno
Menor al 60%	2	Bueno
Menor al 40%	3	Regular
Menor al 20%	4	Malo
0%	5	Pésimo

Fuente: Elaboración propia

### Profundidad de la capa arable

Las zonas propensas a poca profundidad de la capa arable del suelo fueron valoradas de la siguiente forma:

PROFUNDIDAD DE LA CAPA ARABLE EN CM	VALOR	CALIFICACION
40 cm	0	Excelente
Igual o menor 35 a 30cm	1	Muy bueno
Igual o menor 30 a 25cm	2	Bueno
Igual o menor 25 a 20cm	3	Regular
Igual o menor 20 a 15cm	4	Malo
Igual o menor 15 a 0cm	5	Pésimo

Fuente: Elaboración propia

### Porcentaje de pendiente

Las zonas propensas a porcentaje de pendiente fueron valoradas de la siguiente forma:

PORCENTAJE DE PENDIENTE	VALOR	CALIFICACION
100%	5	Pésimo
Menor al 80%	4	Malo
Menor al 60%	3	Regular
Menor al 40%	2	Bueno
Menor al 20%	1	Muy bueno
0%	0	Excelente

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se cuenta con 23 parámetros de amenaza y exposición de los cuales se realizó el

cálculo para cada una de la de las 3 comunidades Condoriquiña, Kala Cruz y Okovinto, así mismo se calculó un dato final de exposición de toda la Central Condoriri.

La fórmula para el cálculo de la exposición fue 23 (por los 23 parámetros encuestados) dividido entre la sumatoria de parámetros.

La fórmula para el cálculo de la exposición total de la Central Condoriri es la suma de la exposición de las 3 comunidades y se divide entre 3.

Donde:

VALOR	RANGO	CALIFICACION
0	Excelente	Sin exposición
1	Muy bueno	Casi sin exposición
2	Bueno	Poca exposición
3	Regular	Regularmente expuesto
4	Malo	Expuesto
5	Pésimo	Muy expuesto

Fuente: Elaboración propia

La susceptibilidad se la valoró en función de la etapa fenológica del cultivo, para las diferentes condiciones climáticas posibles y la etapa de desarrollo predominante a la que se encuentra el cultivo para el mes o período de interés. La valoración se realizó considerando los niveles de inundación, granizada, helada, nevada, plagas, enfermedades, nubosidad, humedad relativa y sequía, para los cultivos más importantes en cada comunidad.

ETAPA	Niveles de inundación, granizada, helada, nevada, plagas, enfermedades, nubosidad, humedad relativa y sequía											
	MES MAS SUCEPTIBLE EN BASE A LA ETAPA FENOLOGICA											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Siembra-Germinación												
Crecimiento-Macollamiento												
Floración												
Llenado de grano												
Maduración Cosecha												

Fuente: Elaboración propia

La valoración fue estimada en base a las encuestas realizadas y por la experiencia del equipo de expertos agrícolas del PIAACC-64.

La fórmula para el cálculo de la susceptibilidad fue 6 (por los 6 parámetros encuestados para la susceptibilidad) dividido entre la sumatoria de parámetros.

La fórmula para el cálculo de la susceptibilidad total de la Central Condoriri es la suma de la susceptibilidad de las 3 comunidades y se divide entre 3.

Donde:

VALOR	RANGO	CALIFICACION
0	Excelente	Sin susceptibilidad
1	Muy bueno	Muy poca susceptibilidad
2	Bueno	Poca susceptibilidad
3	Regular	Regularmente susceptible
4	Malo	Susceptible
5	Pésimo	Muy susceptible

Fuente: Elaboración propia

Para la valoración de la capacidad de recuperación se consideró la infraestructura de riego y drenaje, cuya presencia permite a los cultivos reducir los impactos ocasionados por eventos climáticos adversos, se evalúa de la siguiente forma:

PORCENTAJE RIEGO Y DRENAJE	VALOR	CALIFICACION
100%	0	Excelente, muy resiliente
Menor al 80%	1	Muy bueno, resiliente
Menor al 60%	2	Bueno, casi resiliente
Menor al 40%	3	Regular, regularmente resiliente
Menor al 20%	4	Malo, poco resiliente
0%	5	Pésimo, muy poco resiliente

Fuente: Elaboración propia

## 2.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN

Los requerimientos de información se solicitaron en formato de encuestas para la información cualitativa y cuantitativa relacionada principalmente a las características agroecológicas de los cultivos de la zona en la central Condoriri.

La encuesta considera los siguientes parámetros para evaluar la vulnerabilidad:

- La profundidad de la capa arable.
- Porcentaje de porosidad, tipo de textura y estructura del suelo,
- Cantidad de materia orgánica en el suelo.

- Porcentaje de pendiente de las áreas productivas.
- Conocimiento de las amenazas climatológicas que afectan a los cultivos en la zona agrícola,

En base a la información obtenida de las encuestas en el trabajo de campo se realizó la interpretación de la vulnerabilidad de la Central Condoriri.

Se trabajó con la variedad predominante por ser la más representativa del cultivo en la zona, los umbrales de precipitación y temperatura que se solicitan para saber las condiciones óptimas de desarrollo del cultivo. Se incluyeron otros requerimientos como los periodos de año para siembra y cosecha y la textura del suelo óptima.

La información recopilada debió pasar por un proceso de validación, corrección, edición, estandarización, lo que es reconocido como tratamiento de la información. En este proceso se corrigieron todos los errores y discordancias que podía haber en la información proporcionada.

Finalmente se procedió a la suma de los resultados parciales de los parámetros de valoración parcial de las variables (riesgos de inundación, textura, pisos altitudinales) para cada registro.

Para el cálculo de la susceptibilidad total: se suma de la susceptibilidad de las 3 comunidades y se divide entre 3.

Para el cálculo de la capacidad de recuperación total: se suma de la capacidad de recuperación de las 3 comunidades y se divide entre 3.

Para el cálculo de la exposición total: se suma la exposición de las 3 comunidades y se divide entre 3.

### 2.1.1 Cálculo de vulnerabilidad

Se procede a la unión de los cálculos de susceptibilidad, resiliencia y de exposición. En la tabla de parámetros de esta unión se adiciona un campo donde se van a aplicar los procesos establecidos en la fórmula de vulnerabilidad, es decir: se multiplica el campo del valor de exposición por el campo del valor de susceptibilidad y se divide para el campo del valor de capacidad de recuperación.

Los parámetros para la vulnerabilidad son los siguientes:

VALOR	RANGO	Tipo de vulnerabilidad
0	Excelente	Sin vulnerabilidad
1	Muy bueno	Muy poca vulnerabilidad
2	Bueno	Poca vulnerabilidad
3	Regular	Regularmente vulnerable
4	Malo	Vulnerable
5	Pésimo	Muy vulnerable

Fuente: Elaboración propia

Por último se presenta la ley del redondeo utilizada en este trabajo.

Ley del redondeo	
0.01 - 1.50	1
1.51 - 2.50	2
2.51 - 3.50	3
3.51 - 4.50	4
4.50 - 5	5

Fuente: Elaboración propia

## 3 Resultados

En base a las 40 encuestas realizadas y al cálculo que se realizó a las mismas, se tienen los siguientes resultados:

### 3.1 Resultados totales de comunidades afectadas en la central Condoriri campaña agrícola 2016-2017 debido a su vulnerabilidad

#### 3.1.1 Las comunidades o hectáreas afectadas por sequía son los siguientes:

Comunidades	Hectáreas	Cultivos	Porcentajes de afectación respecto a la media comunal	*Cálculo de pérdida total en bolivianos por sequía
Kala Cruz	16	Papa	80	7680
	41	Cebada	50	2250
	38	Quinua	60	2700
Okovinto	25	Papa	90	8640
	60	Cebada	50	2250
	60	Quinua	50	2250
Condoriquiña	25	Papa	50	4800
	65	Cebada	40	1800
	60	Quinua	100	4500

Fuente: Elaboración propia

\* Cálculo de una Ha de cultivo

#### 3.1.2 Las comunidades o hectáreas afectadas por granizo son los siguientes:

Comunidades	Hectáreas	Cultivos	Porcentajes de afectación respecto a	*Cálculo de pérdida total en bolivianos
-------------	-----------	----------	--------------------------------------	---

			la media comunal	por granizo
Kala Cruz	16	Papa	80	7680
	41	Cebada	50	2250
	38	Quinua	60	2700
Okovinto	25	Papa	65	6240
	60	Cebada	-	-
	60	Alfalfa	50	1333
Condoriquiña	25	Papa	-	-
	65	Cebada	-	-
	60	Quinua	-	-

Fuente: Elaboración propia

\* Calculo de una Ha de cultivo

### 3.1.3 Las comunidades o hectáreas afectadas por heladas son los siguientes:

Comunidades	Hectáreas	Cultivos	Porcentajes de afectación respecto a la media comunal	*Cálculo de pérdida total en bolivianos por heladas
Kala Cruz	16	Papa	90	8640
	41	Cebada	-	-
	38	Quinua	100	4500
Okovinto	25	Papa	90	8640
	60	Cebada	-	-
	60	Quinua	50	2250
Condoriquiña	25	Papa	60	5760
	65	Cebada	20	900
	60	Quinua	100	4500

Fuente: Elaboración propia

\* Calculo de una Ha de cultivo

### 3.1.4 Las comunidades o hectáreas afectadas por vientos fuertes son los siguientes:

Comunidades	Hectáreas	Cultivos
Kala Cruz	16	Papa
	41	Cebada
	38	Quinua
Okovinto	25	Papa
	60	Cebada
	60	Quinua
Condoriquiña	25	Papa
	65	Cebada
	60	Quinua

Fuente: Elaboración propia

\* Calculo de una Ha de cultivo

### 3.1.5 Las comunidades o hectáreas afectadas por plagas son los siguientes:

Comunidades	Hectáreas	Cultivos	Porcentajes de afectación respecto a la media comunal	*Cálculo de pérdida total en bolivianos por plagas
Kala Cruz	16	Trigo	90	1050
	41	Quinua	50	1350

Okovinto	25	Quinua	30	1350
Condoriquiña	25	Papa	30	2880
		Quinua	30	1350

Fuente: Elaboración propia

\* Calculo de una Ha de cultivo

### 3.1.6 Las comunidades o hectáreas afectadas por malas prácticas agrícolas son los siguientes:

Comunidades	Hectáreas	Cultivos	Porcentajes de afectación respecto a la media comunal	*Cálculo de pérdida total en bolivianos por malas prácticas
Kala Cruz	16	Papa	40	3840
	41	Cebada	-	-
	38	Quinua	-	-
Okovinto	25	Papa	20	1920
	60	Cebada	-	-
	60	Quinua	30	1350
Condoriquiña	25	Papa	30	2880
	65	Cebada	-	-
	60	Quinua	-	-

Fuente: Elaboración propia

\* Calculo de una Ha de cultivo

### 3.1.7 Las comunidades que tuvieron mortandad de ganado son los siguientes:

Comunidades	% de mortandad Nº Cabezas	Tipo de ganado	Porcentajes de mortandad respecto a la media comunal	*Cálculo de pérdida total en bolivianos
Kala Cruz	600	Oveja	-	-
	200	Bovino	1	2500
Okovinto	930	Oveja	-	-
	310	Bovino	2	5000
Condoriquiña	540	Oveja	10	3000
	144	Bovino	5	12500
	80	Camélido	10	7689

Fuente: Elaboración propia

\* Calculo de una Ha de cultivo

### 3.1.8 Las comunidades que tuvieron morbilidad de ganado son los siguientes:

Comunidades	% de morbilidad Nº Cabezas	Tipo de ganado	Porcentajes de morbilidad respecto a la media comunal	Calculo de pérdida total en bolivianos
Kala Cruz	600	Oveja	16	3000
	200	Bovino	50	6000
Okovinto	930	Oveja	-	-
	310	Bovino	-	-
Condoriquiña	540	Oveja	15	4000
	144	Bovino	10	2000
	80	Camélidos	-	-



3.1.9 Las comunidades que tuvieron otro tipo de afectación en pastos y forrajes para el ganado son los siguientes:

Comunidades	Pasto y/o forraje	Porcentajes de afectación respecto a la media comunal
Kala Cruz	Pastos nativos	70
Okovinto	Pastos nativos	50
Condoriquiña	Pastos nativos	40

Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Las comunidades que tienen acceso a riego.

Comunidades	% con riego	Tipo de riego
Kala Cruz	50	Canal con riego y bombeo de río
Okovinto	20	Bombeo del río
Condoriquiña	10	Filtrante de pozo

Fuente: Elaboración propia

3.1.11 Número de Familias por comunidad

Comunidad	Número de familias
Kala Cruz	20
Okovinto	31
Condoriquiña	18

Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados comunidad OKOVINTO por parámetros.

Exposición		
Parámetro	Valor	Tipo de exposición
Atraso de lluvias	5	Pésimo (muy expuesto)
Adelanto de lluvias	0	Excelente (sin exposición)
Falta de fertilización de suelos	0.68	Muy bueno (casi sin exposición)
Suelos pobres	1.59	Bueno (poca exposición)
Poca radiación	0	Excelente (sin exposición)
Vientos fuertes	5	Pésimo (muy expuesto)
Semillas	1.36	Muy bueno (casi sin exposición)
Económico	4.54	Pésimo (muy expuesto)
Sequía	2.77	Regular (regularmente expuesto)
Inundación	0.04	Muy bueno (casi sin exposición)
Granizadas	1.09	Muy bueno (casi sin exposición)
Heladas	1.09	Muy bueno (casi sin exposición)
Nevadas	0.04	Muy bueno (casi sin exposición)
Plagas	0.23	Muy bueno (casi sin exposición)

Enfermedades	0	Excelente (sin exposición)
Nubosidad	1.90	Bueno (poca exposición)
Humedad relativa	2	Bueno (poca exposición)
Textura del suelo	2.77	Regular (regularmente expuesto)
Profundidad de la capa arable	3.09	Regular (regularmente expuesto)
Porcentajes de pendiente	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Porcentaje de porosidad	3.59	Regular (regularmente expuesto)
Porcentaje de materia orgánica del suelo	4	Malo (expuesto)
Lluvias porcentaje en meses	3.04	Regular (regularmente expuesto)
<b>Total exposición</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de exposición</b>
Total exposición	1.95	Bueno (menor riesgo a la exposición)
<b>Total Resiliencia</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de resiliencia</b>
Riego en porcentaje 20%	1	malo muy poco resiliente
<b>Susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Granizada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Helada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Plagas	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Nubosidad	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Humedad relativa	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Sequia	3	Regular (regularmente susceptible)
<b>Total susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Cultivos: papa, quinua, cebada, trigo y haba	1.5	Bueno poca susceptibilidad
<b>Vulnerabilidad de la comunidad Okovinto</b>		
<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de vulnerabilidad</b>
Vulnerabilidad	2.92	Regular (regularmente vulnerable)

Fuente: Elaboración propia

3.3 Resultados comunidad CONDORIQIÑA por parámetros.

Exposición		
Parámetro	Valor	Tipo de exposición
Atraso de lluvias	4	Malo (expuesto)
Adelanto de lluvias	1	Muy bueno (casi sin exposición)



Falta de fertilización de suelos	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Suelos pobres	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Poca radiación	0	Excelente (sin exposición)
Vientos fuertes	4	Malo (expuesto)
Semillas	4	Malo (expuesto)
Económico	5	Pésimo (muy expuesto)
Sequía	2.6	Regular (regularmente expuesto)
Inundación	0	Excelente (sin exposición)
Granizadas	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Heladas	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Nevadas	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Plagas	0.8	Muy bueno (casi sin exposición)
Enfermedades	0	Excelente (sin exposición)
Nubosidad	2	Bueno (poca exposición)
Humedad relativa	2	Bueno (poca exposición)
Textura del suelo	4.2	Malo (expuesto)
Profundidad de la capa arable	3.2	Regular (regularmente expuesto)
Porcentajes de pendiente	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Porcentaje de porosidad	4	Malo (expuesto)
Porcentaje de materia orgánica del suelo	4	Malo (expuesto)
Lluvias porcentaje en meses	3.2	Regular (regularmente expuesto)
<b>Total exposición</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de exposición</b>
Total exposición	2.17	Bueno (menor riesgo a la exposición)
<b>Total Resiliencia</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de resiliencia</b>
Riego en porcentaje 10%	1	Malo (expuesto)
<b>Susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Granizada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Helada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Plagas	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Nubosidad	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Humedad relativa	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Sequía	3	Regular (regularmente susceptible)
<b>Total susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Cultivos: papa, quinua, cebada y haba	1.8	Bueno poca susceptibilidad

<b>Vulnerabilidad de la comunidad Condoriquiña</b>		
	<b>Valor</b>	<b>Tipo de vulnerabilidad</b>
<b>Vulnerabilidad</b>	3.90	Malo (vulnerable)

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Resultados comunidad KALA CRUZ por parámetros.

<b>Exposición</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de exposición</b>
Atraso de lluvias	5	Pésimo (muy expuesto)
Adelanto de lluvias	0	Excelente (sin exposición)
Falta de fertilización de suelos	0.38	Muy bueno (casi sin exposición)
Suelos pobres	1.54	Muy bueno (casi sin exposición)
Poca radiación	0	Excelente (sin exposición)
Vientos fuertes	5	Pésimo (muy expuesto)
Semillas	1.54	Muy bueno (casi sin exposición)
Económico	5	Pésimo (muy expuesto)
Sequía	2.69	Regular (regularmente expuesto)
Inundación	0.07	Muy bueno (casi sin exposición)
Granizadas	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Heladas	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Nevadas	0.15	Muy bueno (casi sin exposición)
Plagas	0.23	Muy bueno (casi sin exposición)
Enfermedades	0	Excelente (sin exposición)
Nubosidad	1.61	Bueno (poca exposición)
Humedad relativa	2	Bueno (poca exposición)
Textura del suelo	3.84	Malo (expuesto)
Profundidad de la capa arable	3.38	Regular (regularmente expuesto)
Porcentajes de pendiente	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Porcentaje de porosidad	4	Malo (expuesto)
Porcentaje de materia orgánica del suelo	4	Malo (expuesto)
Lluvias porcentaje en meses	3.15	Regular (regularmente expuesto)
<b>Total exposición</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de exposición</b>
Total exposición	2.03	Bueno (menor riesgo a la exposición)
<b>Total Resiliencia</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de resiliencia</b>
Riego en porcentaje 50%	3	Bueno para resiliencia
<b>Susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Granizada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Helada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)

Plagas	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Nubosidad	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Humedad relativa	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Sequia	3	Regular (regularmente susceptible)
<b>Total susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Cultivos: papa, quinua, cebada y haba	1.7	Bueno poca susceptibilidad
<b>Vulnerabilidad para la comunidad Kala Cruz</b>		
	<b>Valor</b>	<b>Tipo de vulnerabilidad</b>
<b>Vulnerabilidad</b>	1.16	Bueno (poca vulnerabilidad)

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Resultados totales de la CENTRAL CONDORIRI por parámetros.

<b>Exposición</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de exposición</b>
Atraso de lluvias	4.66	Pésimo (muy expuesto)
Adelanto de lluvias	0.33	Muy bueno (casi sin exposición)
Falta de fertilización de suelos	0.68	Muy bueno (casi sin exposición)
Suelos pobres	1.37	Muy bueno (casi sin exposición)
Poca radiación	0	Excelente (sin exposición)
Vientos fuertes	4.67	Pésimo (muy expuesto)
Semillas	2.3	Bueno (poca exposición)
Económico	4.84	Pésimo (muy expuesto)
Sequía	2.68	Regular (regularmente expuesto)
Inundación	0.04	Muy bueno (casi sin exposición)
Granizadas	1.03	Muy bueno (casi sin exposición)
Heladas	1.03	Muy bueno (casi sin exposición)
Nevadas	0.40	Muy bueno (casi sin exposición)
Plagas	1.26	Muy bueno (casi sin exposición)
Enfermedades	0	Excelente (sin exposición)
Nubosidad	1.84	Bueno (poca exposición)
Humedad relativa	2	Bueno (poca exposición)
Textura del suelo	3.60	Malo (expuesto)
Profundidad de la capa arable	3.22	Regular (regularmente expuesto)
Porcentajes de pendiente	1	Muy bueno (casi sin exposición)
Porcentaje de porosidad	3.86	Malo (expuesto)
Porcentaje de materia orgánica del suelo	4	Malo (expuesto)
Lluvias porcentaje en meses	3.13	Regular (regularmente expuesto)

<b>Total exposición</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de exposición</b>
Total exposición	2.08	Bueno (menor riesgo a la exposición)
<b>Total Resiliencia</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de resiliencia</b>
Riego en porcentaje 50%	1.66	Regular (regularmente expuesto)
<b>Susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Granizada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Helada	1	Muy bueno (poca susceptibilidad)
Plagas	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Nubosidad	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Humedad relativa	2	Bueno (poca susceptibilidad)
Sequia	3	Regular (regularmente susceptible)
<b>Total susceptibilidad</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Tipo de susceptibilidad</b>
Cultivos: papa, quinua, cebada y haba	1.8	Bueno poca susceptibilidad
<b>Vulnerabilidad para la Central Condoriri</b>		
	<b>Valor</b>	<b>Tipo de vulnerabilidad</b>
<b>Vulnerabilidad</b>	2.25	Bueno (poca vulnerabilidad)

Fuente: Elaboración propia

## 4 Discusión

En términos generales se estima que la agricultura en la Central Condoriri presenta la siguiente estructura:

El 15 por ciento de la actividad agropecuaria en la Central Condoriri, se realiza en unidades menores a 7 hectáreas con mayor presencia en las 3 comunidades donde se realizó el trabajo de campo; el 85 por ciento al ampliar el rango hasta las 50 hectáreas, dentro de las cuales se encuentra también explotaciones ganaderas extensivas.

Sólo 5 por ciento de las familias de producción dentro la central Condoriri son altamente eficientes y rentables, dedicadas principalmente al cultivo de hortalizas, productos orgánicos y la producción pecuaria, con producciones orientadas a los mercados de la zona y de la Ciudad de Oruro. "familias altamente productivas".

Un 10 por ciento de las familias de producción dentro la central Condoriri, están en transición hacia un nivel alto en productividad y competitividad, y se

dedican principalmente a cultivos básicos de la seguridad alimentaria. “familias productivas”.

Un amplio sector casi un 85%, con más de 70 de familias de producción dentro la central Condoriri– produce principalmente hortalizas, cebada, quinua y papa para autoconsumo en condiciones de escasa tecnología y nulo acceso al financiamiento “familias de subsistencia no productivas”.

Este último grupo, el más vulnerable, es altamente dependiente de condiciones climáticas favorables para lograr alguna producción que le permita subsistir; de lo contrario se presentan procesos de migración temporal o definitiva que trasladan una problemática adicional a las grandes ciudades como Cochabamba y ocasionalmente a Oruro, particularmente cuando se presentan siniestros masivos en sus comunidades.

Se desconocen datos puntuales de los niveles de pérdidas que registran este grupo de productores más sensibles, sin embargo es fácil suponer que en ellos recaen con mayor frecuencia y severidad las afectaciones a sus actividades agropecuarias.

## 5 Conclusiones

- La metodología empleada nos da la pauta para tener una primera aproximación de la vulnerabilidad, que aunque es un estimado ya nos proporciona una herramienta de apoyo para la toma de decisiones para el sector agrícola.
- La sistematización de la exposición de la Central Condoriri, basado en la textura del suelo para inferir la capacidad de retención de agua y zonas de vulnerables la cual es 2.8 Bueno (menor riesgo a la exposición). entre un rango de 0 a 5 donde 5 es pésimo muy expuesto y 0 es sin exposición.
- El cálculo de la resiliencia en base a la valoración de la capacidad de recuperación la cual es de 1.66 Regular (regularmente expuesto). entre un rango de 0 a 5 donde 5 es pésimo, muy poco resiliente y 0 es muy resiliente.
- La determinación de la susceptibilidad, en base a la valoración de la etapa fenológica del cultivo, para las diferentes condiciones climáticas posibles la cual es de 1.8 Bueno

(poca susceptibilidad). entre un rango de 0 a 5 donde 5 es pésimo muy susceptible y 0 es sin susceptibilidad.

- El cálculo de la vulnerabilidad la cual es de 2.25 Bueno (poca vulnerabilidad), entre un rango de 0 a 5 donde 5 es pésimo muy vulnerable y 0 es sin vulnerabilidad.

## 6 Referencias bibliográficas

Ycaza P., Manobanda N., 2009. Implementación de Mapas de Riesgo Agroclimáticos, p 44-60. En Guía Técnica para la Implementación de un Sistema Regional de Información Aplicada a la Gestión de Riesgo Agrícola en los Países Andinos, Martínez, R., Mascarenhas, A., Alvarado, A., (ed)., 2009. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño –CIIFEN, p 1-160. UNISDR, Terminología sobre Reducción de Riesgo de Desastres 2009.

## 7. Agradecimientos

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por sus datos, información climatológica, además del apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Oruro (UTO) por el apoyo académico.

A la Central Condoriri, por el apoyo y el tiempo proporcionado.