

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**



**“BENEFICIOS Y COSTOS DE OPORTUNIDAD DE LA
CONSERVACIÓN *in situ* DE LOS RECURSOS
FITOGENÉTICOS DE QUINUA, DEPARTAMENTO DE PUNO”**

Presentada por:

ELIET MÓNICA AMANCA HUARACA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN ECONOMÍA DE LOS
RECURSOS NATURALES Y DEL DESARROLLO SUSTENTABLE**

Lima - Perú

2023

TESIS_ELIET

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ "The Quinoa Genome", Springer Science and
Business Media LLC, 2021

Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LAMOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS
NATURALES Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

**"BENEFICIOS Y COSTOS DE OPORTUNIDAD DE LA
CONSERVACIÓN *in situ* DE LOS RECURSOS
FITOGENÉTICOS DE QUINUA, DEPARTAMENTO DE
PUNO"**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE**

Presentada por:

ELIET MÓNICA AMANCA HUARACA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Alberto Julca Otiniano
PRESIDENTE

Dr. Waldemar Mercado Curi
ASESOR

Dr. Roberto Escalante Semerena
MIEMBRO

Dra. Luz Gómez Pando
MIEMBRO

Dra. Maruja Cortés Belmar
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado principalmente a Dios, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo.

A mi madre, hermanos y sobrinas por su gran apoyo y amor incondicional y comprensión por mi ausencia.

A mis amigos Marina, Milagros, Lida, Josmell y Camilo quienes siempre han creído en mí y me han acompañado durante mi recuperación.

AGRADECIMIENTO

Estoy particularmente agradecida al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo – CONCYTEC por haberme brindado la oportunidad de formarme como nueva investigadora y permitirme cumplir con mis sueños de realizar el doctorado en una prestigiosa universidad.

Al Dr. Waldemar Mercado por haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de mi tesis, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, y por mostrarme mis errores en todo aspecto.

A la Dra. Luz Gómez, al Dr. Roberto Escalante y al Dr. José Miguel, por su participación como miembros del comité y monitoreo durante la ejecución de este trabajo de investigación, quienes han aportado con sus conocimientos y experiencias.

A los profesores de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina por encaminarme al mundo de la investigación científica.

A la Dra. Cinthya Zorrilla, al Dr. Diego Sotomayor, al Dr. Jesús Arcos, a la Ing. Eyla Velasco, a la Blga. Fredesvinda Carrillo del Instituto Nacional de Innovación Agraria, quienes insertaron en mí la esencia, pasión y el amor por la valoración de la agrobiodiversidad del Perú y del mundo.

A los productores de quinua del Departamento de Puno quienes amablemente nos brindaron la información necesaria para la elaboración de este trabajo.

Agradezco a todas las personas que hicieron posible este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.2.1.	Objetivo general	10
1.2.2.	Objetivos específicos.....	10
1.3.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	10
1.3.1.	Hipótesis general	10
1.3.2.	Hipótesis específicas	10
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1.	CONTEXTO MARCO DE LA INVESTIGACIÓN: CONCEPTOS.....	12
2.1.1	Agrobiodiversidad.....	12
2.1.2	Agroecosistema	13
2.1.3	Recursos fitogenéticos.....	13
2.1.4	Parientes silvestres de los cultivos agrícolas	14
2.1.5	Variedades de cultivos agrícolas	14
2.1.6	Semilla de la quinua	15
2.1.7	Agricultores custodios.....	15
2.1.8	Acción individual y colectiva en la gestión local de la agrobiodiversidad	16
2.1.9	Costo de oportunidad	17
2.3.	BENEFICIOS DE CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA... ..	18
2.3.1.	Tipos de beneficios en la conservación <i>in situ</i> de los recursos fitogenéticos.....	20
2.3.2.	Métodos de estimación del beneficio en los esquemas de conservación	23
2.4.	INCENTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA.....	25
2.5.	ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA QUINUA	29
2.5.1.	La quinua en la época preincaica	29
2.5.2.	La quinua en la época incaica.....	30
2.5.3.	La quinua en la época de la invasión española.....	30
2.5.4.	La quinua en la época Republicana.....	31
2.5.5.	La quinua en la época actual	31
2.6.	TRANSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA	33

2.6.1.	Producción, extensión y rendimiento de la quinua en el mundo	33
2.6.2.	La producción y consumo de quinua en el Perú y en Puno	35
2.7.	GESTIÓN Y ACCESO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA QUINUA	38
2.7.1.	Políticas públicas de conservación <i>in situ</i> de la agrobiodiversidad en el Perú	38
2.7.2.	Conservación de los recursos fitogenéticos en el Perú	40
2.7.3.	Acceso a semillas de quinua en el Departamento de Puno	44
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1.1.	Enfoque de investigación	51
3.1.2.	Tipo de investigación	51
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	52
3.3.	POBLACIÓN, TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO	52
3.3.4.	Población	54
3.3.5.	Muestra	55
3.4.	HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	59
3.5.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	61
3.5.1.	Determinación de los criterios de decisión para cultivar la variedad nativa de quinua frente a la comercial por sistema agrícola individual y colectivo	61
3.5.2.	Construcción de un enfoque metodológico para el cálculo de los beneficios por la conservación <i>in situ</i> de la diversidad genética de quinua	68
3.5.3.	Identificación de los costos de oportunidad en la conservación <i>in situ</i> de la diversidad genética de quinua	76
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
4.1.	INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE QUINUA EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO	77
4.1.1.	Sistemas agrícolas individual y colectivo de producción de quinua en el Departamento de Puno	77
4.1.2.	Producción y rendimiento de quinua	79
4.1.3.	Asignación de chacras a la producción de quinua y distribución de la producción	82
4.1.4.	Estado actual de las variedades nativas y comerciales de la quinua en el Departamento de Puno	84
4.1.5.	Estado actual de los parientes silvestres del cultivo de la quinua en los Andes	86
4.2.	CRITERIOS DE DECISIÓN PARA CULTIVAR LAS VARIEDADES NATIVAS DE QUINUA EN SISTEMAS AGRÍCOLAS INDIVIDUAL Y COLECTIVO	87
4.3.	BENEFICIOS PERCIBIDOS POR LA CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE LA QUINUA EN EL ESQUEMA DE PAGOS POR EL SERVICIO DE CONSERVACIÓN	101
4.6.1.	Implicancias en las políticas de conservación en los sistemas agrícolas individual y colectivo	127
4.6.2.	Otras implicancias importantes en las políticas de conservación <i>in situ</i> de quinua	132

4.6.3. Alternativas de financiamiento al programa del servicio de conservación de agrobiodiversidad	132
V. CONCLUSIONES	134
VI. RECOMENDACIONES	136
VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	137
VIII. ANEXOS.....	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Posibles beneficios de la conservación in situ de recursos fitogenéticos en las chacras....	21
Tabla 2: Métodos de conservación de recursos fitogenéticos de la agrobiodiversidad.....	40
Tabla 3: Zonas agroecológicas con sistemas de producción de quinua	44
Tabla 4: Variedades nativas de quinua identificadas en el departamento de Puno	46
Tabla 5: Variedades comerciales de quinua en el Perú	46
Tabla 6: Disponibilidad y precio de venta de semillas comerciales de quinua en la región de Puno según categorías campaña 2018	47
Tabla 7: Distribución de las encuestas según los altos niveles de agrobiodiversidad.....	58
Tabla 8: Información general de los participantes en el Juicio de Expertos	61
Tabla 9: Escala del Proceso de Jerarquía Analítica - Difusa.....	63
Tabla 10: variables socioeconómicas de la unidad agrícola consideradas para el análisis con el modelo Tobit.....	67
Tabla 11: Esquemas de pagos por servicios de conservación in situ de quinua subastados	70
Tabla 12: Variables independientes evaluados en el modelo logístico multinomial.....	71
Tabla 13: Segmentación de agricultores por sistemas agrícolas individuales y colectivos.....	79
Tabla 14: Distribución de la producción de quinua en las unidades	83
Tabla 15: Número de variedades de quinua nativas, comerciales y parientes silvestres por sistemas agrícola y zonas culturales	84
Tabla 16: Lista de criterios y alternativas de decisión según la revisión de literatura y los pesos atribuidos por el Juicio de Expertos	88
Tabla 17: Correlación de los criterios de decisión en la conservación in situ de variedades nativas de quinua con los componentes tipificados de agricultores de quinua en el sistema individual.....	93
Tabla 18: Modelo Tobit censurado para la estimación de los factores de decisión de los agricultores de quinua en sistema agrícola individual	95
Tabla 19: Correlación de los criterios de decisión para la conservación in situ de la quinua con las componentes tipificadas de agricultores en el sistema colectivo	97
Tabla 20: Modelo Tobit censurado para la estimación de los factores de decisión de los agricultores de quinua en el sistema agrícola colectivo	99
Tabla 21: Frecuencia de la Disposición a Participar en el Programa de Servicio de Conservación de Agrobiodiversidad.....	102
Tabla 22: Resultado de regresión Disposición a Participar en el programa de conservación in situ de la diversidad nativa de quinua.....	103
Tabla 23: Resumen estadístico de la disposición a aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas de quinua.....	106
Tabla 24: Bondad de ajuste del modelo de entrenamiento para la Disposición a Aceptar (DAA) un pago mínimo por conservar las variedades nativas de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo.	107
Tabla 25: Variables significativas en el modelo de probabilidad de disposición a aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas de quinua	108
Tabla 26: Costos de oportunidad por cultivar las variedades nativas de quinua frente a las comerciales en el Departamento de Puno según a los sistemas agrícolas individual y colectivo	116
Tabla 27: Comparación del costo de oportunidad en los diferentes niveles de Disposición a Aceptar un pago por proveer el servicio de conservación en el Programa de Servicio de conservación de Agrobiodiversidad.....	117

Tabla 28: Ingreso aproximado monetario y no monetario según a la distribución de la producción de quinua en la unidad agrícola de los sistemas individual y colectivo.....	118
Tabla 29: Ingresos monetario aproximado por la conservación de variedades nativas en el Departamento de Puno en los sistemas agrícolas individual y colectivo con y sin el Programa de Servicio de Conservación de Agrobiodiversidad.	119
Tabla 30: Términos específicos para el servicio de conservación en el programa de servicio de conservación in situ de la quinua en el Departamento de Puno	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de rotación de cultivos y temporalidad en sistemas agrícolas colectivos (Aynokas) en el Departamento de Puno.....	7
Figura 2: Criterios de selección de los custodios de semillas nativas	8
Figura 3: Sistema estructural de la biodiversidad y agrobiodiversidad.....	12
Figura 4: Estructura jerárquica que clasifica los criterios de decisión	18
Figura 5: Escala espacial de los beneficios obtenidos de la conservación	20
Figura 6: Tendencias esperadas de la relación entre la diversidad de	23
Figura 7: Impactos de la relación entre la diversidad de los cultivos y los	24
Figura 8: Dinámica de la distribución geográfica de quinua en los Andes	32
Figura 9: Volumen de producción de la quinua a nivel mundial del 2010 al 2020.....	34
Figura 10: Rendimiento de la quinua en los países de mayor producción del	34
Figura 11: Principales mercado de la quinua por continentes para el 2020	35
Figura 12: Participación de los departamentos de Perú en la producción de quinua – 2020	36
Figura 13: Producción de quinua en el Perú y la región de Puno en la última década.....	36
Figura 14: Rendimiento por hectáreas del cultivo de quinua por departamentos a nivel nacional, años: 2011,2016, 2020 (kg/ha)	37
Figura 15: Países con bancos de germoplasma de granos andinos en el mundo.....	42
Figura 16: Conservación ex situ de accesiones de quinua en Perú - 2014	43
Figura 17: Distribución de la producción en la agricultura de pequeña escala	45
Figura 18: Proceso de la encuesta y el análisis del sistema de conservación de la diversidad nativa de quinua.....	50
Figura 19: Mapa de referencia del Departamento de Puno por la importancia de la investigación .	53
Figura 20: Mapa y división políticos del Departamento de Puno	54
Figura 21: Proceso metodológico en para la evaluación de los criterios de decisión en sistemas de conservación individual y colectivo	62
Figura 22: Proceso metodológico para evaluar el beneficio de la conservación in situ de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo	69
Figura 23: Proceso del método estadístico del modelo Logístico multinomial.....	75
Figura 24: Proceso metodológico para evaluar el costo de conservación in situ	76
Figura 25: Rendimiento de quinua de variedades nativas y comerciales en los sistemas agrícolas en Puno campaña 2020 (kg/ha).....	80
Figura 26: Mapa de calor del rendimiento de quinua de variedades comerciales por provincias	80
Figura 27: Mapa de calor del rendimiento de quinuas de variedades nativas por provincias	81
Figura 28: Área de chacra asignada a la producción de quinua por unidad agrícola, por sistemas agrícolas y por zonas culturales	82
Figura 29: Distribución de la producción total de quinua en las unidades agrícolas por sistemas agrícolas y zonas culturales.....	83
Figura 30: Grupo de variedades nativas y comerciales en sistemas individuales y colectivas	85
Figura 31: Relación del número de variedades nativas de quinua y la edad del de la unidad agrícola	85
Figura 32: Proporción de unidades agrícolas que conservan los parientes silvestres en el Departamento de Puno	86
Figura 33: Distribución de los niveles de uso de los parientes silvestres de la quinua por sistemas agrícolas	87

Figura 34: Pesos atribuidos a los criterios y sub-criterios de decisión por el agricultor de quinua y los expertos	90
Figura 35: Pesos jerarquizados por criterios de decisión de los agricultores y Juicio de Expertos en conservación in situ de la quinua	91
Figura 36: Función logit de la Disposición a Participar en el	104
Figura 37: Disposición a Participar (DAPa) y el número de variedades nativas de quinua por los agricultores de quinua en el Departamento de Puno en el sistema agrícola colectivo e individual.	105
Figura 38: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el primer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola individual.....	110
Figura 39: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el segundo patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola individual.....	111
Figura 40: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el tercer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola individual.....	111
Figura 41: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el primer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola colectivo	112
Figura 42: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el segundo patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola colectivo	113
Figura 43: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el tercer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago por proveer el servicio de conservación in situ de las variedades nativas en el sistema agrícola colectivo.	113

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Distribución de provincias y distritos encuestados.....	152
Anexo 2: Cuestionario para agricultores de quinua de variedades comerciales	153
Anexo 3: Preguntas modificadas al cuestionario general para agricultores de quinua de variedades nativas	161
Anexo 4: Unidades equivalentes de conversión.....	162
Anexo 5: Cuestionario para evaluar precios locales de quinua según la variedad	163
Anexo 6: Mapa de calor sobre la distribución de la producción de quinua en la unidad agrícola individual y colectivo en el Departamento de Puno.....	164
Anexo 7: Grafico de barras de la variabilidad explicada por Componente Principal de la variable de decisión en el sistema agrícola individual que cumplen con el criterio de Kaiser.....	165
Anexo 8: Gráfico de barras de la variabilidad explicada por cada componente para los criterios de decisión en el sistema agrícola colectivo	166
Anexo 9: Prueba de normalidad de los errores del modelo de Disposición a Participar (DAPa) en el PSCA de los agricultores de quinua en general	166
Anexo 10: Matriz de confusión para la Disposición a Participar (DAPa) en un esquema de conservación in situ de la diversidad de quinua de los agricultores de quinua en general.....	166
Anexo 11: Distribución de data para el análisis del algoritmo de clasificación y la confiabilidad de los modelos para disposición a aceptar	167
Anexo 12: Coeficientes de las variables independientes para cada modelo de las categorías de Disposición a Aceptar un pago por conservar in situ los recursos genéticos de la quinua en el sistema agrícola individual en el Departamento de Puno.....	168
Anexo 13: Coeficientes de las variables independientes para cada modelo de las categorías de Disposición a Aceptar un pago por conservar in situ los recursos genéticos de la quinua en el sistema agrícola colectivo en el Departamento de Puno	170
Anexo 14: Costos de producción de la variedad nativa y comercial de quinua en el sistema agrícola individual.....	172
Anexo 15: Costos de producción de la variedad nativa y comercial de quinua en el sistema colectivo	174
Anexo 16: Resumen de costos de producción total de quinua en el Departamento de Puno.....	176

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CDB	: Convenio sobre la Diversidad Biológica
CENAGRO	: Censo Nacional Agropecuario
CO	: Costo de Oportunidad
CP	: Componente (s) Principal (s)
DAA	: Disposición a Aceptar un pago mínimo
DAPa	: Disposición a Participar
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ha	: Hectárea
IDH	: Índice de Desarrollo Humano
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	: Instituto Nacional de Innovación Agraria
kg	: Kilogramo
km	: Kilómetros
m	: Metros
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
MIDAGRI	: Ministerio de Desarrollo Agrario y de Riego
PAJ-D	: Proceso de Análisis Jerárquico - Difuso
PSCA	: Programa de servicios a la conservación de la agrobiodiversidad
ReSCA	: Retribuciones por servicios de conservación de la agrobiodiversidad
t	: Tonelada
UA	: Unidad (s) Agrícola (s)
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano
UNALM	: Universidad Nacional Agraria la Molina
UN	: Utilidad Neta.

RESUMEN

La investigación tuvo el objetivo de estimar los beneficios, costos de oportunidad e identificar los criterios de decisión de los agricultores de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo por proveer los servicios de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de la quinua y sus parientes silvestres en sus chacras en el Departamento de Puno. El altiplano de los Andes es un microgenocentro de numerosas variedades nativas de quinua, característico por el sistema de manejo de agrobiodiversidad en sistemas colectivos (*aynokas* y *laymes*). Sin embargo, la presión del mercado de quinua a nivel nacional e internacional han llevado a reemplazar las variedades nativas por variedades comerciales más productivas. Al mismo tiempo, la expansión homogénea de la producción de quinua ha conducido a la individualización de las unidades agrícolas, siendo una amenaza para la agrobiodiversidad y para el capital humano en la gestión de los recursos fitogenéticos de la quinua. Se aplicaron 315 encuestas a agricultores de quinua en nueve provincias de Puno, asimismo, se realizó un Juicio de Expertos en conservación *in situ* de quinua. Se identificó a profundidad los criterios de decisión mediante el método Proceso Analítico Jerárquico Difuso. Mientras que, la disposición a participar (**DAPa**) y los beneficios privados que reflejan las disposiciones a aceptar (**DAA**) un pago mínimo por proveer el servicio de conservación en el Programa de Servicio de Conservación de Agrobiodiversidad (**PSCA**) se obtuvieron por el método de Valoración Contingente por licitación competitiva, y se analizó mediante el Método Regresión Logística Multinomial. El Costo de Oportunidad Económico (**COE**) por cultivar las variedades nativas se estimaron mediante los flujos de precios. Como resultado, el sistema individual y colectivo atribuyen pesos semejantes a los criterios, pero existe diferencias de pesos en los sub-criterios para la elección de las variedades nativas. La **DAPa** del sistema colectivo es mayor que el sistema individual, la **DAA** que revelaron es una compensación diferenciada entre S/1,700.00 (USD 464.48), 3801.00 (USD 1,038.53) S/4,501 /ha/año (USD 1,229.78). Los **COE** de ser negativos pasan a ser positivos con cualquier valor de **DAA**, siendo mayor en el sistema colectivo.

Palabras claves: Quinua, conservación *in situ*, decisión, disposición, agrobiodiversidad, beneficio.

ABSTRACT

The objective of the research was to estimate the benefits, opportunity costs and identify the decision criteria of quinoa producers in individual and collective agricultural systems to provide *in situ* conservation services of the plant genetic resources of quinoa and its wild relatives on farms in the Department of Puno. The Andean highlands is a microgenocenter of numerous native varieties of quinoa, characterized by the agrobiodiversity management system in collective systems (*aynokas* and *laymes*). However, the pressure of the national and international market at a national and international level has led to the replacement of native varieties by more productive commercial varieties. At the same time, the homogeneous expansion of quinoa production has moved to the individualization of agricultural farms, posing a threat to agrobiodiversity and human capital in the management of quinoa's plant genetic resources. 315 surveys were applied to quinoa producers in nine provinces of Puno, in addition, an Expert Opinion on *in situ* conservation of quinoa was carried out. The decision criteria were identified in depth using the Fuzzy Hierarchical Analytical Process method. While the willingness to participate (**WTPa**) and the private benefits that reflect the willingness to accept (**WTA**) a minimum payment for the provision of the conservation service in the Agrobiodiversity Conservation Service Program (**ACSA**) was acquired by the Contingent Valuation Method. by public tender and was analyzed using the Multinomial Logistic Regression Method. The Economic Opportunity Cost (**EOC**) for cultivating native varieties was estimated through price flows. As a result, the individual and collective systems attribute similar weights to the criteria, but there are differences in weight in the sub-criteria for the choice of native varieties. The **WTPa** of the collective system is greater than that of the individual system, the **WTA** that they revealed is a differentiated compensation between S/1,700.00 (USD 464.48), S/3,801.00 (USD 1,038.53), and S/4,501/ha/year (USD 1,229.78). The **EOC** from being negative becomes positive with any value of **WTA**, being higher in collective systems.

Keywords: Quinoa, *in situ* conservation, decision, willingness, agrobiodiversity, benefit.

I. INTRODUCCIÓN

La agrobiodiversidad es un capital importante para la supervivencia de la humanidad, pero está desapareciendo a un ritmo cada vez más acelerado (Díaz *et al.* 2006, Jackson *et al.* 2007). A lo largo de los años se ha percibido un aumento de la tasa de pérdida de los recursos genéticos de las principales especies para la seguridad alimentaria y la agricultura (Firbank *et al.* 2008, FAO 2019), de hecho, en el mundo existen 30,000 especies de plantas comestibles; sin embargo, el 80 por ciento de las calorías en la alimentación del ser humano a nivel mundial, se produce tan solo de 12 especies de cultivos y 5 especies de animales (Rajpurohit y Jhang 2015, Casas *et al.* 2016).

Los recursos fitogenéticos de los cultivos agrícolas contribuyen ampliamente a la alimentación y la agricultura, el cual, garantiza la adaptación de los cultivos a los diferentes desafíos de producir más alimentos de forma sostenible y con menos insumos, incluido el cambio climático, el riesgo de enfermedades emergente y los patrones de consumo cambiantes (FAO 2017, Ebert 2020). Asimismo, los avances de las tecnologías genéticas han incrementado el potencial para el uso del material genético (Dhariwal y Laroche 2017), los cuales han demostrado que la conservación *ex situ* (Bancos de Germoplasmas) e *in situ* (en la chacra) son estrategias complementarias para mantener la agrobiodiversidad (Brush 2000). En este contexto, es necesario mencionar que la conservación *ex situ* se ha implementado ampliamente alrededor del mundo (Brush 2000, Pilling *et al.* 2020), mientras que la conservación *in situ* aún enfrenta muchos desafíos, entre ellos son los mecanismos de incentivos para estimular a los agricultores custodios a seguir brindando este importante servicio.

La conservación de los recursos fitogenéticos de los cultivos importantes para la alimentación y la agricultura (RFAA) en las chacras por los agricultores cumple un rol muy importante en el mantenimiento de la diversidad genética, pero al mismo tiempo los cultivos evolucionan sus capacidades adaptativas a un medio ambiente muy variable (Wang *et al.* 2016). Sin embargo, la conservación *in situ* de la diversidad agrícola ha recibido poca atención por los gobiernos, a pesar que el *pool* genético de las plantas es un bien público y genera beneficios públicos (Hanley y Perrings 2019).

Los agricultores custodios gestionan la diversidad nativa de los cultivos y sus parientes silvestres en sus chacras (Sthapit *et al.* 2008), de esa manera contribuyen a los programas de mejoramiento genético entregando un valor de opción, así también proveen atributos culturales, históricos y medio ambientales, los cuales incrementan su importancia al beneficio público local, nacional e internacional (Drucker *et al.* 2001). Sin embargo, el mercado no recompensa algunos de estos valores, por ende, a menudo son subvaloradas y en consecuencia se ve en riesgo de extinción (Kontoleon *et al.* 2008). Según la teoría económica, dicha pérdida es observada por las fallas de mercado, para lo cual, se necesita corregirlas con las intervenciones de políticas públicas (Pardenilla *et al.* 2020). Por consiguiente, pueden emplearse mecanismos de Pagos por Servicios de Conservación (PSC), estos enfoques son medidas que permiten descartar dichas fallas de mercado (Pascual *et al.* 2011, Narloch *et al.* 2011, Krishna *et al.* 2013).

A partir del 2010 se ha impulsado esquemas de Pagos por los Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad (PSCA) como una variante de los PSC, este mecanismo se centró en la conservación de la agrobiodiversidad mediante la conservación de las variedades y razas locales que se registran en peligro de extinción (Drucker y Ramirez 2020); los países y sus cultivos que lideraron con este tipo de esquema de compensación fueron: El cultivo de quinua en Perú (denominado ReSCA) y Bolivia (Narloch *et al.* 2013), kiwicha y papa nativa en Perú (Drucker *et al.* 2018), maíz en Ecuador y Guatemala, y frijol en Guatemala (Padulosi y Drucker 2018), también se ha planteado casos hipotéticos sobre estos enfoques de conservación de razas locales de animales en la India (Krishna *et al.* 2013), Nepal (Pallante *et al.* 2016), Zambia (Wainwright *et al.* 2019) y Eslovenia (Juvančič *et al.* 2021). Sin embargo, en una evaluación a mediano plazo (2019) del sistema ReSCA que fue implementado a nivel comunal en el Perú ha demostrado una baja eficiencia en la recuperación de las variedades amenazadas, resultados que fueron atribuidos a la no existencia de un sistema de monitoreo posterior a su implementación (Drucker y Ramirez 2020)

No obstante, los PSCA pueden dar lugar a problemas prácticos desde el punto de vista de equidad, la eficiencia y los costos de oportunidad (Pascual y Perrings 2007). Así como también, la igualdad de distribución de recompensas con base en los objetivos de los diferentes sistemas de agrícolas, los cuales, podrían resultar en una compensación excesiva o deficitaria debido a la asimetría de información, y traer consigo problemas a la efectividad de los esquemas de incentivos, ya que, cada agricultor bajo el sistema agrícola en la que

cultiva, este invierte en función a sus objetivos y beneficios privados (De Vries y Hanley 2016, Wainwright *et al.* 2019, Wei *et al.* 2020). Esto se puede notar en las recomendaciones que varios investigadores han señalado, se trata de, no basta con implementar un programa de conservación de la agrobiodiversidad por los agricultores en una zona de manejo, sino también se trata de evaluar de cómo y por qué utiliza y maneja una cierta variedad local, por lo tanto, conociendo mejor su racionalidad del agricultor en la toma de su decisiones se podrá plantear opciones más aceptables para él (Bellon *et al.* 2015), como también identificar con mayor precisión a los agricultores custodios para proveer el servicio por generaciones

Por lo tanto, explorar las políticas de conservación de recursos fitogenéticos enfocados en los costos de oportunidad y los beneficios de los sistemas agrícolas locales son importantes y estratégico para la eficiencia de los esquemas de compensación por el servicio de conservación de los recursos genéticos como bienes públicos (Graddy 2013, Ansell *et al.* 2016, Cardwell y Smith 2018). Por lo mencionado anteriormente, el presente estudio busca proporcionar nuevos conocimientos sobre los criterios de decisión por cultivar las variedades nativas e intereses de la provisión de servicios de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos por los esquemas PSCA en sistemas agrícolas individual y colectivo, así, proporcionar a la política pública un sustento cualitativo y cuantitativo sobre mejorar la gobernanza de los recursos fitogenéticos. Para este caso de estudio se evaluó en el cultivo de quinua en el Departamento de Puno.

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El problema de la investigación se describe en dos ámbitos principales y son: Pérdida de la diversidad fitogenética de los cultivos nativos como resultado de las fallas de mercado, y expansión de las producciones agrícolas que muestran una creciente desigualdad interna de los sistemas agrícolas individual y colectivo que disminuye la eficiencia de los PSCA.

A continuación, se explica los ámbitos que de referencia del problema de la investigación; luego, se procedió a plantear la pregunta principal y específicos, en seguida, se formuló los objetivos e hipótesis, las cuales encaminaron la investigación.

1.1.1. Pérdida de la diversidad fitogenética por fallas de mercado

El problema de la investigación es a raíz de una falla de mercado sobre el precio de las variedades nativas de los cultivos locales puesto que no llegan a compensar a la conservación *in situ* en chacras de los recursos fitogenéticos, ya que no son considerados en el costo de la

producción de los alimentos agrícola, por tal motivo, las variedades locales de los cultivos no son valoradas en el mercado (Pascual y Perrings 2007, Pascual *et al.* 2011), el cual, explica que los agricultores que mantenían la diversidad de un cultivo, en su justa aspiración por incrementar sus ingresos económicos, junto al modelo de producción promovida por los gobiernos, han intensificado la producción de sus cultivos con variedades comerciales, abandonando las variedades nativas y eliminando por completo los parientes silvestres de los agroecosistemas, y ahora se encuentran en peligro de extinción (Vernooy *et al.* 2018). En el Perú este problema se muestra en la mayoría de los cultivos locales (Graddy 2014), el caso más resaltante es del cultivo de quinua (Ruiz *et al.* 2020). Tras el *boom* de la quinua (2009), se ha generado un incremento súbito en su exportación (MINAGRI 2015, Bedoya-Perales *et al.* 2018), posteriormente, estos procesos originan la disminución de su agrobiodiversidad, por ende, la homogenización de las variedades (Vargas-Huanca *et al.* 2016, Scott 2018).

Existe muchos problemas en la conservación de las variedades nativas de quinua como, estas variedades se caracterizan por su alta variabilidad genética, que es exactamente la que les hace ser resistentes al estrés ambiental. Sin embargo, con las políticas públicas del sistema agrario no se las ve como ‘semillas’ sino como ‘granos de consumo’ los cuales disminuyen su valor (Rojas *et al.* 2014). Además, los agricultores familiares tienen que utilizar variedades protegidas para poder beneficiarse de diversos programas públicos de apoyo, lo cual desincentiva el uso de las variedades locales de granos andinos (Tapia *et al.* 2014).

Según Rojas *et al.* (2009), los datos registrados en el 2001 de las zonas circunlacustre del lago Titicaca fueron, que el 96 por ciento de los agricultores mantenían cuatro variedades nativas, el cuatro por ciento restantes salvaguardaba entre cinco y 12 variedades, es pertinente mencionar que existía variedades mantenidos por menos de diez agricultores. Por su parte, Huanca *et al.* (2015) demostraron los cambios el sistema agrícola con la introducción de la quinua en el proceso de economía global; en tres provincias de la zonas aymaras del departamento de Puno (Chucuito, Callao y Yunguyo), en dicho estudio llegaron a la conclusión, que la intensificación y la extensión durante los últimos 20 años ha reducido drásticamente la cantidad de variedades nativas de quinua y el número de especies agrícolas cultivadas en la misma zona geográfica antes de la exportación, que actualmente aproximadamente el 76 por ciento (152 productores) de la población evaluada ya habían optado por cultivar solamente Janko Jirwa (quinuas blancas) abandonando al menos 4 variedades de quinua, y el 42 por ciento (85 agricultores) habían dejado de cultivar al menos

una de estas especies nativas olluco, isaño, tarwi, cañihua por producir la quinua blanca, también se produjo la extinción de conocimientos ancestrales y el empobrecimiento de los suelos.

El Perú y otros países en desarrollo, donde se registraron casos similares de pérdida de agrobiodiversidad, exigen diseñar programas conservación que permitan corregir adecuadamente las fallas y resultados adversos del mercado, y dar un soporte a la conservación *in situ* de los RFAA (Pascual *et al.* 2011, Zimmerer y De Haan 2017, Kopytko 2019), con base en la comprensión de los costos de oportunidad y beneficios de los agricultores sobre una base de evaluación de preferencias (Drucker y Ramirez 2020).

Como parte de la solución a la pérdida de agrobiodiversidad, se ha implementado un programa de incentivo Pagos por Servicios de Conservación de Agrobiodiversidad (PSCA) denominado ReSCA a nivel comunal (Narloch *et al.* 2013, Drucker y Ramirez 2020), que notablemente requiere una interacción de la teoría colectiva motivado por el entendimiento de que la efectividad de algunas medidas de conservación a nivel de agroecosistemas requiere resolver desafíos de intervención colectiva (Wainwright *et al.* 2019), sin embargo, esto puede desalentar la participación de los agricultores en los programas de conservación hacerlas menos eficientes (Villamayor-Tomas *et al.* 2021).

1.1.2. Individualización de los sistemas colectivos

La dinámica de las acciones colectivas de los agricultores locales necesitan comunicarse, tomar decisiones colectivas y monitorear esas acciones, los cuales requieren tiempo y recursos, dichas acciones puede incrementar los costos (Walsh-Dilley 2016, Villamayor-Tomas *et al.* 2019); se ha registrado que en programas de conservación agro-ambientales pueden sumar más del 30 porcentaje de los costos de oportunidad (Villanueva *et al.* 2015), sumado a ello en los sistemas colectivos se tiene el riesgo de tener solo una o algunas personas que no cumplan con los acuerdos puede comprometer la efectividad a la ejecución del programa agroambiental (Christensen *et al.* 2011).

Las acciones colectivas se basan en la premisa de que los agricultores no solo se preocupan por las implicancias económicas en la toma de decisiones, sino también por su reputación dentro de un sistema social considerado como “Socialmente muy apropiado” (Rojas *et al.* 2014, Loft *et al.* 2019). Sin embargo, en una localidad difícilmente todos los agricultores coincidirán con los objetivos de producción, donde da lugar al sistema agrícola individualizada.

Según la teoría, las acciones colectivas están relacionadas a la capacidad de los individuos para superar dilemas sociales y reducir los costos de transacción. No obstante, los problemas sociales surgen cuando los intereses del grupo se muestran en desacuerdo con los intereses individuales (Villamayor-Tomas *et al.* 2019).

Se ha identificado los principales dilemas en las acciones colectivas entre ellos son los problemas de coordinación y situaciones de dilema del prisionero. La primera es por falta de información o una claridad en el entendimiento sobre los beneficios por las acciones colectivas esperado de los integrantes como usuarios de los recursos. Quiere decir que, los usuarios de los recursos tienen un incentivo individual para coordinar acciones que beneficien a todos; al proveer de múltiples equilibrios generan un orden de Pareto, por lo tanto, existe la probabilidad de desequilibrios, lo que podría conducir a situaciones de bloqueo (Villamayor-Tomas *et al.* 2021). La segunda, tiene que ver con los problemas de dilema del prisionero, en un ámbito de gestión de recursos naturales se refiere a la estructura particular de incentivos, así también, haría una representación a la “Tragedia de bienes comunes” (Hardin 2009), en otras palabras, dado un conjunto de beneficios los usuarios deciden no cooperar y aprovecharse independientemente de si los demás integrantes cooperan o no.

La gestión de la agrobiodiversidad local, considera como unidad de análisis a la unidad agropecuaria que es propietaria de la diversidad y quien toma las decisiones en el manejo, utilización y conservación de los recursos, en dicha acción generan beneficios sociales y privados (Rojas *et al.* 2014). En las zonas Alto Andinas datan las actividades de gestión de las semillas de hace más de 500 años atrás (Tapia *et al.* 2014); el análisis de la dinámica de conservación considera tres niveles jerárquicos: familiar, comunal y cuenca o región (Rojas *et al.* 2014). Desde épocas ancestrales las comunidades indígenas, han conservado, mejorado, producido y compartido sus semillas nativas. Estas semillas, por ende, son patrimonio biocultural de los pueblos, que han permitido garantizar el beneficio social y privado de seguridad y soberanía alimentaria (Vernooy *et al.* 2017).

Sistemas agrícolas colectivos de conservación de quinua en Puno

El 80 por ciento de los sistemas agrícolas de quinua están distribuidos en comunidades campesinas de aymaras y quechuas (1,303 comunidades), así, se considera que la gestión agrícola en el Altiplano es a nivel comunal, no obstante, una característica particular es que los agricultores cultivan la mayor diversidad del cultivo y mantienen a los parientes silvestres

se encuentra en el sistema colectivo, denominados como *mandas*, *laymes* o *sayanas*, según el lugar y la cultura (Mujica y Jacobsen 2006, Gomez-Pando *et al.* 2019).

Los sistemas colectivos tradicionales *aynokas* o *laymes* son modificaciones ambientales en los agroecosistemas de los Andes del altiplano, las chacras son de dominio comunal, donde siembran gran parte de la diversidad genética local, así, todo está en entrecruzamiento, ya que, existe amplia polinización dirigida para los factores adversos como mecanismos de adaptación, de resiliencia y efectivamente, disminución de la vulnerabilidad, probablemente sean de menor rendimiento y productividad (Tapia y Frías 2007; Canahua *et al.* 2017). Según Huanca *et al.* (2015) el sistema sectorialmente de descanso o *Aynoka*, consiste en cultivar unas chacras de un sector por unos cuantos años en el siguiente orden de rotación (Figura 1): papa, quinua, cebada o avena, luego dejar el suelo en descanso por al menos 3 años.

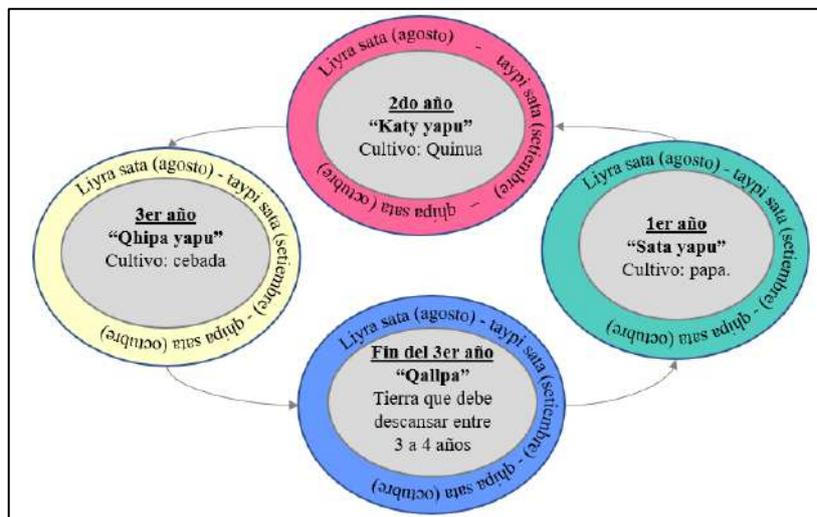


Figura 1: Sistema de rotación de cultivos y temporalidad en sistemas agrícolas colectivos (Aynokas) en el Departamento de Puno

Fuente: Elaborado con la información de Huanca *et al.* (2015) y Batiste *et al.* (2016)

Sistemas agrícolas individual de la conservación de quinua en Puno

A pesar de la gestión comunal de las chacras en el Departamento de Puno, la producción de quinua se ha ido expandiendo por los que el cambio temporal de uso de suelo se individualizado por parcelas.

Algunas de la unidades agrícolas dentro de los agroecosistemas de los Andes hacen el papel de custodios, ellos desarrollan la dinámica de la conservación *in situ* basada en el movimiento del material genético de la quinua, dichas actividades ocurren en el tiempo y el espacio (Rojas *et al.* 2014). Si bien la teoría ha señalado que los pequeños agricultores desarrollan la actividad de custodios, sin embargo, en una comunidad geográfica no todos

cumplen esta labor; existe pocos reportes relacionados a la identificación de los agricultores que desarrollan este proceso denominado conservación *de facto* (Brush 2000). Un estudio muy cercano al cultivo de quinua fue reportado por fundación PROINPA y CARE en Bolivia, lograron registrar de ocho comunidades circunlacustre un total de 43 agricultores custodios y 447 agricultores familiares. Los criterios de selección de los agricultores custodios se resumen en la Figura 2 (Rojas *et al.* 2014).

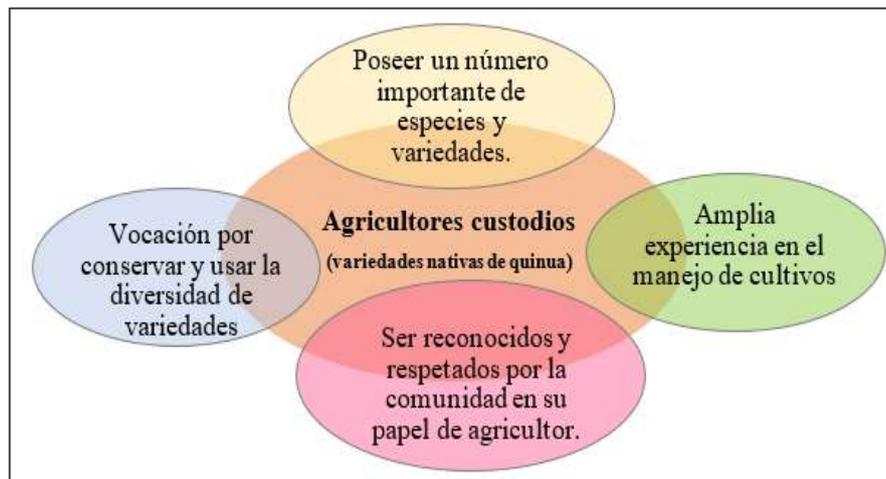


Figura 2: Criterios de selección de los custodios de semillas nativas

Fuente: Modificado de Rojas *et al.* (2014)

Diversos investigadores como Midler *et al.* (2015) y Villamayor-Tomas *et al.* (2019, 2021) ponen al descubierto la forma de incentivo individual en los programa agro-ambientales y Juvančič *et al.* (2021) en programas de conservación de recursos zoogenéticos los cuales mejoran la gestión de los recursos genéticos con las políticas públicas.

Por los motivos mencionados, esta investigación llena tres vacíos en la literatura. Primero, el esquema de evaluación pragmático de los sistemas de conservación *in situ* de RFAA de quinua por los agricultores e identificar los criterios (sociales, económicos y ambientales) característicos en los sistemas agrícolas individual y colectivo respecto a la decisión de participar en el PSCA. Segundo, esbozó un enfoque metodológico para identificar a los beneficios privados bajo la perspectiva de los interesados directos (agricultor custodio) en la provisión de servicios de conservación de los recursos fitogenéticos de la quinua. Finalmente, se investigó los componentes que afectan la disposición aceptar (DAA) un pago mínimo por de los agricultores en los sistemas agrícolas individual y colectivo en los esquemas de licitaciones de PSCA, así identificar los verdaderos costos de oportunidad percibidos por el agricultor custodio de quinua en el Departamento de Puno.

Pregunta de investigación general

¿Cuáles son los beneficios privados y costos de oportunidad por proveer el servicio de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos en chacras por el agricultor custodio de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo en el Departamento de Puno?

Preguntas de investigación específicos

- a. ¿Cuáles son los criterios (económicos, ambientales y socioculturales) que están asociados a los agricultores custodios que gestionan la conservación de la diversidad genética de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo?
- b. ¿Cuáles son los beneficios privados por la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos del cultivo de quinua frente a un programa de servicios de conservación de la agrobiodiversidad?
- c. ¿Cuál es el costo de oportunidad económico por el servicio de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos del cultivo de quinua en sistemas individuales y colectivos?

La toma de decisiones del agricultor custodio por cultivar ciertas variedades de un cultivo, están supeditadas por criterios económicos, ambientales y socioculturales, en este caso la quinua. Al identificar los objetivos a los cuales atribuyen más importancia los decisores en el sistema individual o colectivo, permitiría gestionar de manera más oportuna los incentivos del Programa de Servicio de Conservación de la Agrobiodiversidad.

Los beneficios privados que el agricultor custodio percibe por proveer el servicio de conservación *in situ* los recursos fitogenéticos mediante el uso y la gestión de las variedades nativas y sus parientes silvestres en sus chacras es un enfoque que permitirá compensar con incentivos diferenciados a los agricultores, herramienta que servirá para el planteamiento y monitoreo de los PSCA en este caso la quinua.

Se analiza los costos de oportunidad económicos para el agricultor de quinua en la conservación *in situ* de las variedades nativas de quinua frente a las variedades comerciales, esta información sirve para indicar los tipos de incentivos que las políticas de conservación de recursos fitogenéticos se requieren para compensar de manera que, sea posible revalorar el capital humano, en este caso el agricultor custodio de quinua, y contribuir a la sostenibilidad del PSCA.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo general

Estimar los beneficios y costos de oportunidad de los agricultores de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo que perciben por proveer los servicios de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de la quinua y sus parientes silvestres en sus chacras, con la finalidad de identificar los criterios en la toma de decisiones por cultivar las variedades nativas de quinua, y contribuir a la mejora de las políticas de incentivos por servicios de conservación de la agrobiodiversidad en el Departamento de Puno.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Identificar los criterios económicos, ambientales y socioculturales asociados a la decisión de los agricultores custodios en sistemas individuales y colectivos que gestiona la conservación *in situ* de variedades nativas de quinua en sus chacras.
- b. Estimar los beneficios privados generados por la conservación *in situ* de las variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres en sistemas individuales y colectivos por proveer el servicio de conservación de la agrobiodiversidad.
- c. Evaluar los costos de oportunidad de los sistemas individuales y colectivos por la provisión de conservación *in situ* de variedades nativas de quinua.

1.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de la quinua por el agricultor custodio en sus chacras en sistemas agrícolas individual y colectivo del Departamento de Puno presentan diferentes criterios de decisión al elegir cultivar las variedades nativas de quinua, por lo que se mostraría la heterogeneidad de voluntad de participar y disposición a aceptar un incentivo en el Programa de Servicio de Conservación de la Agrobiodiversidad, considerando que los costos de oportunidad en el sistema agrícola colectivo tendería a ser mayor que en el sistema individual.

1.3.2. Hipótesis específicas

- a. Existe múltiples criterios de decisión que los agricultores atribuyen para elegir una variedad nativa frente a las variedades comerciales en sistemas individuales o colectivos, siendo que, los custodios que conservan a nivel colectivo privilegian los

criterios socioculturales más que la estrategia individual, mientras tanto, el sistema individual prioriza los criterios de tipo económico y ambiental.

- b. La conservación *in situ* de los recursos genéticos de variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres por los custodios generan beneficios privados heterogéneos frente a los programas de conservación de la agrobiodiversidad, donde la estrategia de conservación *in situ* en el sistema colectivo es más beneficioso que el sistema de conservación individual, pero ambos sistemas estarían dispuestos a participar en los esquemas de Pagos por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad.
- c. El costo de oportunidad económico por proveer el servicio de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de las variedades nativas de quinua sobre las variedades comerciales, incluido cualquiera de las alternativas de disposición a aceptar (DAA) un pago mínimo del PSCA, serían distintos entre los sistemas agrícolas individual y colectivo. Siendo mayor el costo de oportunidad económico en los sistemas colectivos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CONTEXTO MARCO DE LA INVESTIGACIÓN: CONCEPTOS

2.1.1 Agrobiodiversidad

La importancia de la biodiversidad fue planteada a partir de la Cumbre de la Tierra, celebrada en el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB) en 1992. Este Convenio señala que la biodiversidad es un concepto complejo, que involucra varios niveles de organización biológica, tales como genético, específico, ecosistémicos y paisajístico, que, en efecto, no solo expresa la variedad de vida sino también, incluye la pluralidad de valores intrínsecos (beneficios éticos, sociales y estéticos), los valores culturales y, la estructura socio-política y ecológica (Hunter 2012, Gaston y Spicer 2013).

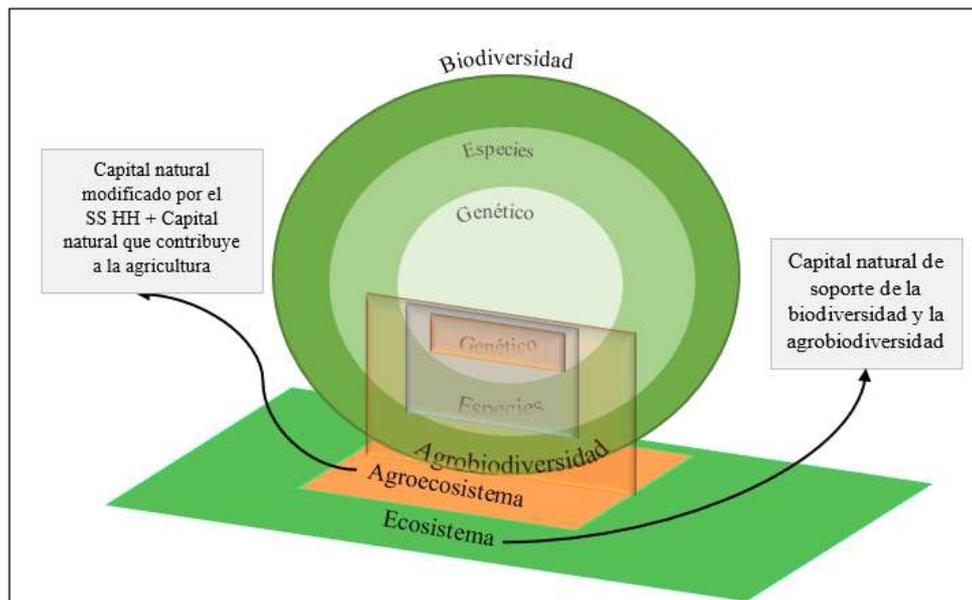


Figura 3: Sistema estructural de la biodiversidad y agrobiodiversidad

Fuente: Adaptado de FAO (2004)

Bajo el anterior enunciado, el término de agrobiodiversidad incluye todos los componentes de la biodiversidad que constituyen el agroecosistema, las variedades y variabilidad de animales, plantas y microorganismos en sus niveles de organización biológica (genético y

ecosistémico) (Figura 1) necesarios para cumplir sus principales funciones, mantener su estructura y procesos del sistema agrícola en interacción con la sociedad humana (Sarandón 2010, Pautasso *et al.* 2013).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, COP-5 (1999), dónde se priorizó y amplió el concepto de agrobiodiversidad, desde entonces, se ha incluido los factores bióticos, abióticos, dimensiones socioeconómicas y culturales. Asimismo, se hizo hincapié a la conservación de los recursos genéticos principalmente la *in situ*, por lo tanto, se enfatizó en abordar el uso sostenible de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas, de tal manera que, permita satisfacer las necesidades de la presente y las futuras generaciones (Altieri y Nicholls 2007, Sarandón 2010). Sin embargo, la conservación de los recursos genéticos específicamente de importancia para la agricultura fue formalmente identificado por CDB de Aichi (2013). Justamente, el hecho de conservar la agrobiodiversidad en definición cumple un papel primordial en la soberanía alimentaria de las familias agricultoras vinculados a su territorio local (León-Rojas *et al.* 2020).

2.1.2 Agroecosistema

El agroecosistema o llamado también sistema agrícola, es un ecosistema modificado, gestionado y regulado por el hombre para desarrollar la producción agrícola, pecuaria, forestal o sistemas mixtos (Carreño *et al.* 2019). Así, un agroecosistema está compuesto por componentes bióticos y abióticos (Altieri y Nicholls 2007). Por lo tanto, los agroecosistemas están conformados por poblaciones de plantas y animales con valor agronómico y las poblaciones bióticas que interactúan, a su vez con el medio ambiente, físico y socioeconómico (Ruiz *et al.* 2014). Los agroecosistemas en los Andes centrales del Perú, pueden categorizarse en tres grupos: La chacra¹, el traspatio y el cultivo intensivo. (Huanca *et al.* 2015, Vargas-Huanca *et al.* 2016, Gotor *et al.* 2017).

2.1.3 Recursos fitogenéticos

En el CDB se ha reconocido a los recursos genéticos como, todo el material genético (elemento que contiene unidad funcional de herencia), de valor real o potencial, ya sea de las plantas, animales y microorganismos y que la transmite de una generación a otra (Sonnino

¹ El término chacra, proviene del quechua *chakra*, que hace referencia a una parcela agrícola tradicional para sembrío de alimentos. Un campo en los Andes se denomina chacra, en este espacio integrado donde varios seres conviven; los seres humanos (agricultores) con los animales, plantas (medicinales, culinarias u ornamentales), microorganismos, las plagas, el agua, la tierra, el sol y la luna.

2017). Una vez que se identifican los recursos genéticos potencialmente valiosos, se necesita información posterior sobre dónde ocurren, la diversidad que poseen, y, por lo tanto, se requiere la correcta disponibilidad para los fitomejoradores, por ser materia prima para el mejoramiento genético y avances en la biotecnología (Khoury *et al.* 2015).

Los recursos genéticos originarios de un territorio se consideran como, patrimonio de la humanidad y base de la seguridad alimentaria de las poblaciones, pues, recae en la importancia de priorizar su conservación y valoración (Brush 2000, Sarandón 2010). Los recursos genéticos son considerados como el cuarto recurso de la producción agrícola, y que su diversidad depende del número de agricultores que custodian las diversas variedades de semillas, ya que, si estos disminuyen, el riesgo de la reducción de la agrobiodiversidad será mayor (Rojas *et al.* 2014). Por ende, su pérdida sería una amenaza para la estabilidad de los agroecosistemas (Vargas-Huanca *et al.* 2016).

2.1.4 Parientes silvestres de los cultivos agrícolas

Los parientes silvestres de los cultivos, son recursos genéticos para el vínculo frente a una serie de desafíos globales críticos en la agricultura (Khoury *et al.* 2015). Debido a que tienen el potencial genético de contribuir significativamente a la mejora de los cultivos, los cuales ayudan a abordar el objetivo de la seguridad alimentaria y el desarrollo de la agricultura, además, continuamente mejoran la adaptación de los cultivos al cambio climático (tensiones bióticas y abióticas) y ambientes adversos (Negri *et al.* 2009, Maxted *et al.* 2016).

Sin embargo, como plantas silvestres, están supeditados a una infinidad de amenazas causadas por los humanos a los ecosistemas naturales, tales como, modificaciones del hábitat, la contaminación, los incendios, el uso de herbicidas, la urbanización, la deforestación, la sobreexplotación de los cultivos y el cambio climático (Khoury *et al.* 2015). De hecho, la importancia de los recursos genéticos de los parientes silvestres fue reconocido internacionalmente en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en la meta 13 de Aichi (Dulloo 2021).

2.1.5 Variedades de cultivos agrícolas

La variedad o cultivar es una agrupación de plantas cultivadas que tienen las mismas características agronómicas, morfológicas, fisiológicas, citológicas, químicas entre otras, que se define por la expresión reproducible (sexual o asexual) de sus características distintivas y otras de carácter genético (FAO 2009); los cultivos agrícolas están agrupados

en variedades nativas y variedades comercializadas o mejoradas (Brush 2000, Bazile *et al.* 2016).

- **Variedades nativas de los cultivos agrícolas**

Son aquellas variedades de cultivos a los cuales los agricultores han seleccionado y mantenido, sin haber sido afectadas por los programas de mejoramiento genético formal (Casañas *et al.* 2017, Dulloo 2021). Las variedades nativas fueron constituidas de forma natural, a partir de las plantas silvestres, estas no necesariamente son de bajo rendimiento, calidad o resistencia, ya que incluso estas variedades se siembran en extensiones considerables, así también, realzan por sus características peculiares de adaptación a las difíciles condiciones de suelos áridos, en general son tolerantes a la sequía, al calor y los suelos pobres (Lin 2011). En su mayoría, las variedades nativas son originadas en áreas geográficas específicas, asimismo, puede incluir variedades cultivadas durante varias décadas en un territorio específico y no necesariamente originarias del mismo territorio (Berni *et al.* 2018).

- **Variedades comerciales de los cultivos agrícolas**

Las variedades comerciales son producto del mejoramiento por hibridación, selección clonal entre otras metodologías y son manejadas por los fitomejoradores hasta el momento de su liberación (Brush 2000).

2.1.6 Semilla de la quinua

La semilla de la quinua (*Chenopodium Quinoa Wild*) es un pseudocereal, se conoce como aquenio con morfología lenticular, cónica o elipsoidal que varía según los rasgos genéticos (García-Parra *et al.* 2020). La semilla de la quinua es parte del fruto y, está compuesta por la episperma, el perisperma y el embrión, asimismo, la cubre el pericarpio, sus colores pueden ser variados como blancos, cremas, anaranjados, amarillos, rosados, rojos, púrpuras, marrones, grises y negros (Mujica y Jacobsen 2006).

2.1.7 Agricultores custodios

También denominados como, agricultores conservacionistas, expertos de semillas, agricultores nodales, conservadores de semillas, curiosos, son aquellos que destacan en sus

comunidades² por su dedicación al manejo y gestión de una amplia diversidad de cultivos y variedades locales, incluyendo las variedades exóticas, aquellas que se encuentran en peligro de extinción y en muchas ocasiones a los parientes silvestres de dichos cultivos (Rojas *et al.* 2009; Rojas *et al.* 2014). Estos agricultores poseen el conocimiento tradicional acorde con la conservación de la agrobiodiversidad en sus agroecosistemas, por ende, son considerados como pilares para el sistema de conservación *in situ* de recursos genéticos (Graddy 2014, Madden 2019). Los custodios no solo protegen la diversidad de sus cultivos, sino que experimentan, son observadores por excelencia, desarrollan un sentido de responsabilidad con su familia, su comunidad y con toda la sociedad, para compartir el material vegetal, experiencias, conocimientos, su legado patrimonial y su cultura actividades de diseminación que realizan en el tiempo y espacio (Kumar *et al.* 2015). Por lo tanto, cumplen un papel estratégico como guardianes de la diversidad genética y del conocimiento tradicional asociado (Graddy 2013, Pinto *et al.* 2016).

2.1.8 Acción individual y colectiva en la gestión local de la agrobiodiversidad

La dinámica de las acciones dentro de las comunidades se gestionan de forma colectiva (Walsh-Dilley 2016). Sin embargo, a medida que el agricultor individual expande su producción se muestra una creciente desigualdad interna, por lo tanto, da lugar a la amplia diversidad de objetivos dentro de los sistemas agrícolas, el cual da lugar a los sistemas agrícolas individuales (Villamayor-Tomas *et al.* 2019).

La expansión industrial del agro ha promovido la homogenización de los cultivos (Scott 2018, Bedoya-Perales *et al.* 2018), muchas veces ignorando el papel potencial de la conservación de especies en sistemas agrícolas con modelos colectivos autóctonos sostenibles que perduraron en miles de años, como es el caso de la diversidad genética de la quinua, que fueron conservadas por los sistemas colectivos *Aynokas*, *Laymes* entre otras denominaciones según la zona cultural y especies nativas que construyeron a los sistemas resilientes para enfrentar a retos que de lo contrario nunca habrían sido resueltos por el sistema individual (Huanca *et al.* 2015).

Sin embargo, los cambios en los sistemas agrícolas por la globalización y las políticas de flexibilidad ambiental en los países en desarrollo vienen adoptando sistemas de agricultura

² Comunidad, se hace referencia las comunidades campesinas y nativas, en el Perú son organizaciones autónomas en del trabajo comunal y en el uso y libre disposición de sus tierras, así como en lo económico y administrativo, dentro de un marco de ley (Ley General de Comunidades Campesinas N° 24656- Perú).

más individualizadas (Walsh-Dilley 2016). Por lo tanto, la toma de decisiones de los agricultores para la gestión de los recursos se rigen bajo intereses distintos, los cuales, muestran uno de los puntos de inicio donde se muestra la asimetría de preferencias para proporcionar incentivos a los agricultores que toman las acciones de gestionar la agrobiodiversidad (Juvančič *et al.* 2021).

Los sistemas colectivos más efectivos para la conservación de la agrobiodiversidad en el Departamento de Puno son las técnicas *Aynokas*, *Laymes*, *Andenes*, *Waruwarus* que están basados en cosmovisión y racionalidad aymaras y quechuas, pero que se encuentran en proceso de desaparición o transformación a sistemas más individualizadas (Huanca *et al.* 2015).

2.1.9 Costo de oportunidad

Los costos de oportunidades se denominan a aquellos costos de oportunidades perdidas; es decir, es la medida de lo que podría haber obtenido mediante el siguientes mejor uso de un recurso si no se le hubiera dado el uso actual (Naidoo *et al.* 2006). En otras palabras, es la medida de la pérdida de ganancias o pérdidas evitadas por no poder realizar la transacción de la orden completa (Kissell 2021). Para una mejor comprensión, citamos el siguiente caso que nos da más enfoque a este estudio, el cual es, en las áreas terrestres protegidas donde el uso extractivo está prohibido, el costo de oportunidad expresaría el uso extractivo de mayor valor para dicha tierra. Por ende, si se quiere comprar un terreno del área de conservación de los propietarios privados, los pagos mostrarían el valor de las oportunidades perdidas; desde una perspectiva social y ambiental, para rastrear el conjunto complejo de secuencias de la planificación de la conservación de los recursos (Song *et al.* 2020).

2.2. MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE CRITERIOS EN LA TOMA DE DECISIONES

Una de las técnicas populares más usada para resolver procesos complejos de toma de decisiones multicriterio, y proporcionar soluciones más eficientes es el Proceso de Jerarquía Analítica (PJA), fue propuesto por Saaty (1980), que considera un sistema jerárquico de objetivos, criterios y alternativas para identificarlas en el proceso de la toma de decisiones. El PJA permite evaluar la influencia de los criterios sobre los objetivos o metas de ciertos sistemas, además, existe un enfoque difuso de PJA (PJA-D), que es utilizado para expresar

el juicio de expertos (Ahmed y Kilic 2019, Afolayan *et al.* 2020); la técnica es el número triangular para representar la vaguedad asociada con los términos lingüísticos (Figura 4).

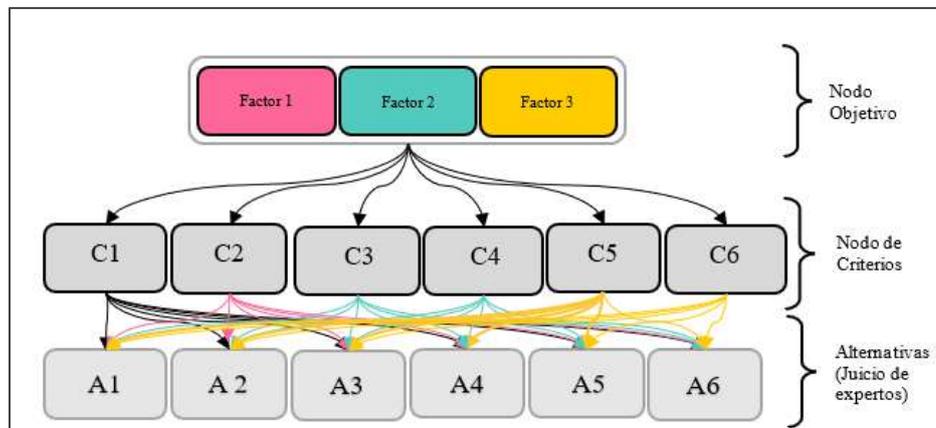


Figura 4: Estructura jerárquica que clasifica los criterios de decisión

Fuente: Modificado de Bharsakade *et al.* (2021)

Las etapas para desarrollar este método son: Jerarquía de los problemas, construcción de la matriz de comparación difusa, determinación de la ponderaciones de los criterios involucrados, cálculo de consistencia de sentencias, finalmente, la construcción del marco de prioridad final (Bharsakade *et al.* 2021). El enfoque PJA fue utilizada para evaluar los factores de riesgos en la agricultura (Hernández y Cardells 1999, Cegan *et al.* 2017), en las evaluaciones de créditos (Xu y Zhang 2009), en la importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de la agricultura (Sánchez-Toledano *et al.* 2017), en la adopción de las tecnologías energéticas e innovación (Shah *et al.* 2019). Este enfoque, sin embargo, tiene una limitación de capturar la incertidumbre para calificar los criterios, por lo que, numerosos investigadores han aplicado el PJA -D con métodos difusos para superar estas limitaciones (Gholipour *et al.* 2014, Ha *et al.* 2015, Ahmed y Kilic 2019, Liu *et al.* 2019), en el campo de la medicina para identificar los tipos de desechos en el sistema de producción o servicio en los hospitales (Bharsakade *et al.* 2021); también para elegir la mejor estrategia de desarrollo de la agricultura orgánica en la India (Firdaus *et al.* 2021).

2.3. BENEFICIOS DE CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

Las decisiones de los agricultores por participar en los programas para proveer el servicio de conservación ambiental están supeditadas por diversos factores, como: la adopción varía con los costos de oportunidad (Naidoo *et al.* 2006), niveles de compensación, costos de transacción (Kissell 2021), duración y flexibilidad del contrato en los programas de

incentivos (Wainwright *et al.* 2019), disponibilidad de mano de obra local (Lastra-Bravo *et al.* 2015), factores socioeconómicos, además, de la información sobre los problemas de conservación y las percepciones de los problemas ambientales.

Comprender la razón por la cual es necesario conservar la diversidad fitogenética en las chacras, es trascendental porque permite identificar las necesidades de un programa de conservación de esta naturaleza (Joshi *et al.* 2020). Los beneficios que provee la conservación *in situ* de la diversidad genética de los cultivos por los agricultores, proveen múltiples beneficios (Brush 2000, Vernoooy *et al.* 2017), así como, económicos, ambientales y sociales (Jarvis *et al.* 2006, Joshi *et al.* 2017).

La agricultura para producción de alimentos que se venden en los mercados directamente al consumidor, es una empresa privada, por lo tanto, es inusual que la inversión pública proporcione un subsidio, ya que, se corre el riesgo de que los consumidores paguen duplicado por el mismo bien, es decir como compradores de los alimentos y la otra como contribuyentes para conservar la agrobiodiversidad (Cardwell y Smith 2018). Por lo tanto, es muy importante entender la función de un cultivo en su agroecosistema, especialmente en el proceso de evaluar la diversidad genética, es decir, comprender la posición del agricultor o comunidad custodio dentro de su sistema social y económico (Jarvis *et al.* 2006).

Siguiendo los principios de la inversión pública en políticas agrícolas de conservación, este debe limitarse a la provisión de bienes públicos (Bateman y Balmford 2018). El suministro de bienes públicos inicia a partir de un contexto de externalidad, sea positiva o negativa, es ahí donde los mercados no proporcionan niveles óptimos de producción, esta falla de mercado implica una intervención reguladora, generalmente por decisión política agrícola, con el fin de asegurar que un bien se produzca, por consiguiente, generar bienes a la sociedad (Pascual *et al.* 2011). Sin embargo, la conservación *in situ* de los RFAA también está sujeta a las decisiones de los agricultores, que finalmente impactan en la diversidad genética de los cultivos, y los beneficios propios y sociales.

Los beneficios que obtienen los agricultores por mantener los recursos fitogenéticos, no solo están relacionados a la seguridad alimentaria y culinaria, sino también a la salud y el bienestar general, la cultura y otros beneficios que mejora la calidad de vida (Biodiversity Internacional 2014, Kell *et al.* 2018). La maximización de los beneficios económicos no es el único objetivo del agricultor custodio, bajo estas condiciones las decisiones de producción y consumo están fuertemente vinculadas. A pesar de, esto puede llevar a altos precios sombra

para las variedades nativas, muy superior a los precios de mercado, quiere decir, que los mercados solo capturan los precios de la fracción como bien privado que los agricultores le asignan (Bellon *et al.* 2015 a). Tampoco, muestra que las preferencias culturales juegan un rol importante en las decisiones de los custodios. El tipo de beneficios del bien público varía según la ubicación de acuerdo con la variación en el entorno natural, por lo tanto, los niveles de incentivos deben reflejar dicha variación (Vernooy *et al.* 2018). Además, es justo considerar que la diversidad genética está distribuida de manera desigual en todo el mundo, de hecho, no todos los países cuentan con esa diversidad, por lo que, las políticas públicas deben prestar atención a los beneficios particulares de la sociedad (Timmermann y Robaey 2016), la toma de decisiones en los diferentes puntos y los beneficios públicos y privados por el tipo de conservación es posible representarlo a nivel de escala espacial (Figura 5).

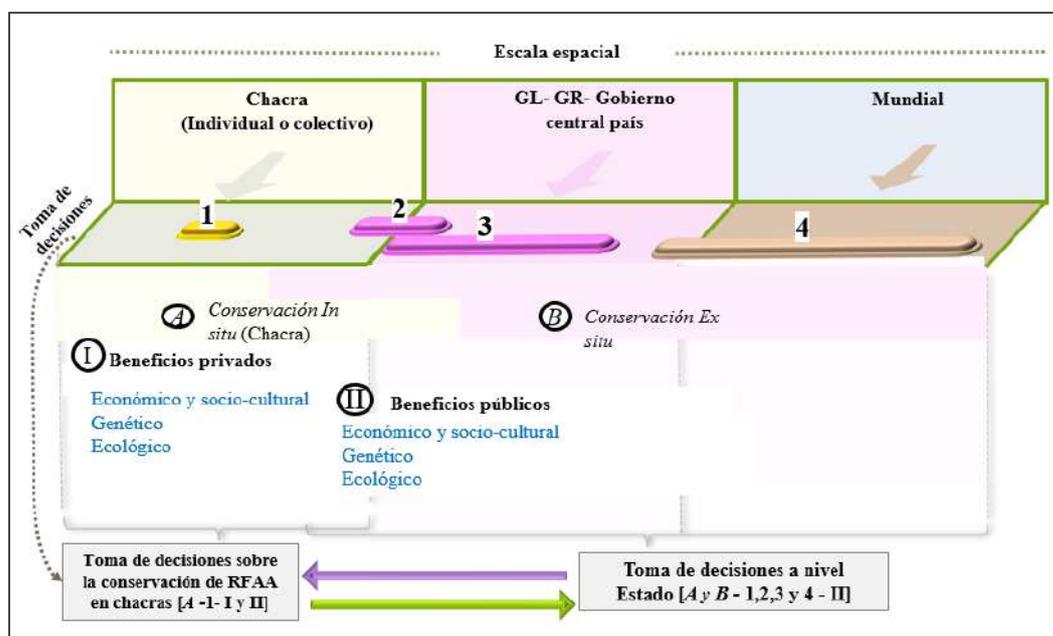


Figura 5: Escala espacial de los beneficios obtenidos de la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos

Fuente: Elaborado en base a Jarvis *et al.* (2006), Pascual y Perrings (2007) y Allen *et al.* (2019)

2.3.1. Tipos de beneficios en la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos

Los beneficios de la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos es a partir del valor potencial de la variación genética para su uso en otras zonas, en diferentes circunstancias y condiciones ambientales cambiantes, ya que, la agricultura no es estático, sino que se enfrentan a constantes oportunidades y desafíos (Bellon *et al.* 2015 b). Durante los últimos 20 años, las investigaciones han demostrado que, mantener la diversidad de cultivos es un

proceso bastante complejo, que el contexto de los programas de conservación *in situ* deberían traducirse en beneficios privados en términos de mejores ingresos, mayor consumo de alimentos, mayor seguridad, productividad, menor vulnerabilidad, y seguir produciendo beneficios públicos (Bellon *et al.* 2017). Los autores han reportado los posibles beneficios de la conservación *in situ* (Tabla 1).

Tabla 1: Posibles beneficios de la conservación *in situ* de recursos fitogenéticos en las chacras

Usuarios	Beneficios económicos	Beneficios ambientales	Beneficios Socioculturales
Privados	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de riesgos e incertidumbre. • Ingresos económicos por venta. • Invierte menos en la utilización de insumos semillas y productos químicos. • Acceder a mercados especializados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar el uso de insumos químicos. • Mejora la estructura del suelo. • Evitar plagas y enfermedades en sus chacras. • Adaptación al cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con las actividades rituales. • Favorece representatividad con sus comunidades. • Seguridad alimentaria familiar. • Minimizar el cuello de botella de la mano de obra.
Públicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar la distribución en nuevos ámbitos. • Mejorar el acceso a semillas viables y resistentes. • Nuevas formas de consumo para las industrias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Restricción de plagas y enfermedades de vegetales. • Regulación de flujo hídrico. • Disponible la diversidad genética en evolución. • Reducción de Gases de Efecto Invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad alimentaria nacional e internacional. • Transmite propiedad intelectual a futuras generaciones. • Mantenimiento del paisaje. • Genera lazos entre comunidades por compartir diversidad de variedades de semillas.

Fuente: Elaborado con base en la información de Jarvis *et al.* (2006), Bellon *et al.* (2015a), Vernoooy *et al.* (2017), León-Rojas *et al.* (2020)

Beneficios privados de la conservación *in situ*

La conservación *in situ* de RFAA en las chacras ofrecen beneficios privados que los sustentan para cualquier cultivo. Este tipo de beneficios suelen ser más concretos y visibles en un corto plazo. Los agricultores custodios obtienen beneficios del mantenimiento de la diversidad del cultivo, de la seguridad alimentaria, la nutrición, los ingresos, su identidad cultural, optimización de productos en condiciones ecológicas heterogéneas, gestión de riesgos, manejo de mano de obra por periodos agrícolas (Bellon *et al.* 2015 a, 2015 b). Si bien es cierto que, esta actividad se mantiene porque los agricultores involucrados obtienen beneficios directos de la utilización de la diversidad nativa que cultivan, entonces los

esfuerzos de conservación deberían estar dirigidos al uso estratégico de la agrobiodiversidad por los agricultores, el cual genera beneficios privados, y este, puede incentivar los beneficios públicos de uso y conservación (Gotor *et al.* 2017).

Beneficios públicos de la conservación *in situ*

Los agricultores custodios de variedades nativas y parientes silvestres de la diversidad intraespecífica, generalmente se encuentran en áreas de centros de domesticación del cultivo, en estos lugares, se concentra la gran diversidad genética asociada a la larga historia co-evolutiva entre la población local y los cultivos. Así, este sistema proporciona un servicio evolutivo para la sociedad dentro de un cultivo dado (valor de opción), que se constituye a través de los conocimientos, preferencias y prácticas de los agricultores a partir del intercambio de semillas, y principalmente por los genotipos que pasan de generación en generación (Bellon *et al.* 2015 a).

Los beneficios públicos relacionados con el medio ambiente que produce mediante la agricultura de conservación pueden ser: salud del suelo mejorada, mejora de la calidad del agua, regulación de la calidad de agua, mitigación del cambio climático mediante la reducción y almacenamiento de emisiones de gases de efecto invernadero, otras mejoras de calidad de aire, conservación y mejora de la biodiversidad, servicios de recreación, mejoras en la salud física y mental. Un claro ejemplo fue demostrado a nivel empírico con los beneficios del financiamiento de las inversiones públicas en mejoras ambientales, estos señalaron que pueden conseguir beneficios sustanciales, por cada \$ 1.35 invertido a través de esquemas de renta ambiental, genera aproximadamente \$ 5.38 en beneficios (Atkinson *et al.* 2018).

Propiedad intelectual de los custodios, pueden generar beneficios públicos, el cual se fundamentaría en los siguiente; en la era industrial moderna, la posesión de patentes otorga al propietario de la patente un monopolio durante un periodo de tiempo; en las últimas décadas los países industrializados tuvieron amplias ventajas al proteger una gama de innovaciones tecnológicas que exportaron a los diferentes países a precios elevados, esto debido a que los propietarios pueden fijar el precio del cambio tecnológico (Norcliffe 2009).

El análisis de los beneficios de la conservación *in situ* en las chacras, tienen una comprensión muy limitada. Así, Bellon *et al.* (2015 a) y Gotor *et al.* (2017) representaron mediante trayectorias simples el dilema de los beneficios públicos y privados, señalaron que los beneficios se modifican en función a impulsores externos que recaen sobre el

conservacionista para mantener la diversidad de cultivos. En la Figura 6, muestra que se debe modificar la trayectoria del cambio entre los beneficios de los medios de vida privados basados en el mercado y la diversidad de cultivos a fin de minimizar la pérdida de la diversidad genética.

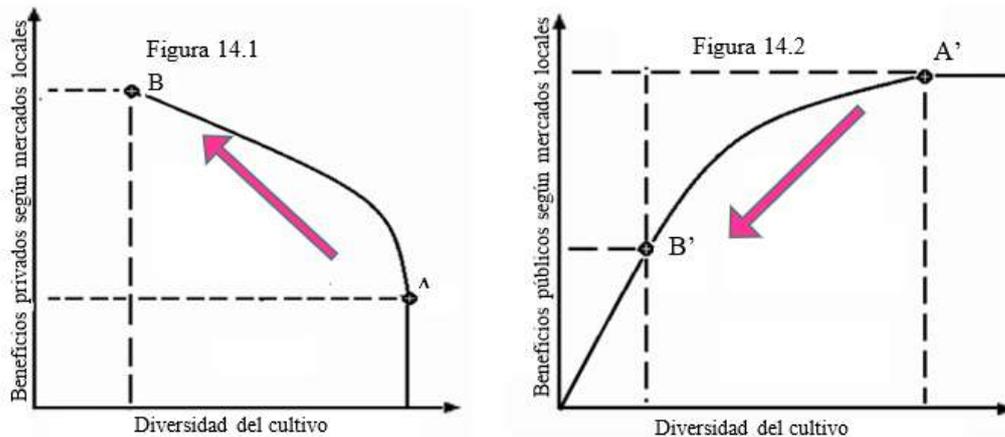


Figura 6: Tendencias esperadas de la relación entre la diversidad de cultivos y los beneficios públicos y privados

La primera trayectoria, muestra un aumento de los beneficios de los medios de vida privados basados en el mercado para los custodios, con reducida diversidad (Figura 6.1). los beneficios públicos, así se muestra una tendencia creciente con diversidad de cultivo creciente (Figura 6.2), se observa una relación acumulativa simple, dicha trayectoria señala que cada variedad nativa adicional o denominado fenotipo, agrega nuevos alelos o genotipos a la diversidad genética poblacional, pero llegado a cierto punto se muestra a tasa decreciente a medida que incrementa la composición genética de las nuevas incorporaciones pueden estar presentes en el stock (Bellon *et al.* 2015 a, Gotor *et al.* 2017).

Fuente: Modificado de Bellon *et al.* (2015)

2.3.2. Métodos de estimación del beneficio en los esquemas de conservación

Los beneficios de uso de la diversidad RFAA a partir de las variedades nativas y/o parientes silvestres, pueden expresar de su valor de uso actual, es decir, del consumo de un bien o servicio por un individuo o en sistemas colectivos. También, pueden provenir del valor de sus opciones o asociados a mantener las opciones para el futuro, por otro lado, los recursos fitogenéticos son valorados por su existencia, por ejemplo, la existencia de los cultivos en zonas desérticas (Smale 2005). Sin embargo, mejorar los beneficios para los custodios de la diversidad de cultivos de variedades nativas y parientes silvestres, es traducido en mejorar los beneficios netos, pero esto, podría generar costos para dichos agricultores que se asocian a generar cualquier beneficio adicional, quiere decir que, si el agricultor custodio incrementa su diversidad de variedades nativas, también le genera un incremento de

inversión (Pallante *et al.* 2016, Gotor *et al.* 2017). Esto implica implementar incentivos apropiados para crear y compartir beneficios con los custodios o comunidades asociados a la gestión de semillas (Jarvis *et al.* 2008).

La importancia de la conservación *in situ* en las chacras de los agricultores, se desarrolla con base en la iniciativa de abastecer de germoplasma a los mejoradores de plantas y a otros usuarios en el futuro (Brush 2000). La sociedad se puede beneficiarse de la estabilidad del agroecosistema y del uso reducido de agroquímicos en la agricultura, y promoviendo el cultivo de las variedades nativas, así, el poder de las localidades sobre los recursos genéticos del cultivo objetivo. Lo anterior no sería factible sin los beneficios de los agricultores custodios (Jarvis *et al.* 2006, Bellon *et al.* 2015 a, Gotor *et al.* 2017). Calcular los beneficios que provee la conservación de recursos genéticos es bastante complejo, así calcular el impacto que genera un programa de conservación *in situ* genera beneficios sociales que repercuten sobre la diversidad genética del cultivo, pues Bellon *et al.* (2015 a) muestran unas trayectorias para explicar mediante gráficos simples los probables beneficios sociales y la trayectoria de la diversidad genética de los cultivos (Figura 7).

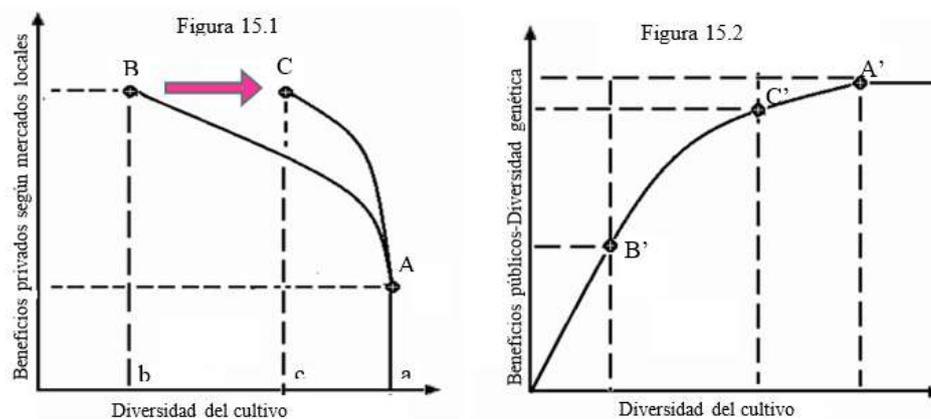


Figura 7: Impactos de la relación entre la diversidad de los cultivos y los beneficios de un programa de conservación *in situ*

La figura 7 (1), muestra una trayectoria para que el programa de conservación *in situ* propuesto sea exitoso debería cambiar el trayecto de beneficios a los medios de vida privados, el punto C es la nueva trayectoria asociado a los beneficios de medios de vida privados con base en mercados similares a los del punto B, pero con niveles más altos de diversidad genética, mostrando un cambio de A' a C' (Figura 7.2), de esta manera reduciéndose la pérdida de la diversidad genética del cultivo ($C' < A'$); la trayectoria queda en un nivel más alto en diversidad genética e incrementa los beneficios públicos.

Fuente: Modificado de Bellon *et al.* (2015 a)

En función a la teoría planteada por Bellon *et al.* (2015 a), Gotor *et al.* (2017) demostraron evidencias del análisis de impactos de un programa de conservación *in situ* de la diversidad nativa, fue desarrollado en los países de Perú y Bolivia, justamente para promover la diversidad de granos andinos y papa nativa; evaluaron con modelos econométricos sobre las variables de respuesta de ‘hogares tratados’ y ‘hogares no tratados’, se aplicó el estadístico de Emparejamiento de Puntajes de Propensión mediante un modelo logit. Los investigadores señalaron que, es posible incrementar en 74 a 79.5 por ciento, también las variedades introducidas incrementaron en 81 y 87.9 por ciento en las comunidades donde se aplicó el programa de conservación de la agrobiodiversidad en sistemas colectivos, que consistió en proporcionar capacitaciones y talleres sobre la gestión de la conservación de recursos fitogenéticos. Los términos que presentaron fueron relacionados con los medios de vida, de hecho, fue un primer intento de acercarse a un análisis *ex post* de costo-beneficio, donde cada hogar incrementó sus ingresos adicionales de 113 dólares estadounidenses anual.

Por otro lado, para implementar los PSC es necesario evaluar a priori a los proveedores de los servicios de conservación, es decir, los agricultores propietarios de las chacras que los motiva a adoptar una compensación o recompensa por un esfuerzo individual que genera beneficios sociales más allá de su esfera privada o una acción colectiva. Los beneficios en las acciones colectivas en los esquemas de PSC pueden ser capturados por algunas herramientas de Experimento de Elección, también con Experimentos de Elección Discreta, en el cual algunos intercambios de ideas con los encuestados, permite capturar y mitigar sesgos hipotéticos, y garantizar un alto poder estadístico (Villamayor-Tomas *et al.* 2021). No obstante, las limitaciones de estas herramientas no permiten la comunicación o la deliberación entre los agricultores, pero puede evaluar muy bien a diferentes escalas, mundial o nacional, no obstante, no son muy importantes para los usuarios. Sin embargo, a menor escala, por ejemplo, en la provisión de bienes públicos locales, como mantenimiento de humedales o protección de plantas exóticas, trabaja muy bien la herramienta de Valoración Contingente (Wei *et al.* 2016, 2020).

2.4. INCENTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

Durante los años setenta, en muchos países se asumía ampliamente que las variedades nativas serían reemplazadas rápidamente con variedades modernas, probablemente fue así en los países desarrollados, debido a la presencia de sus tecnologías bastante sofisticadas, no

obstante, no ha sido el caso para otros sistemas de producción (Bellon 2004). Las variedades nativas de los cultivos aún satisfacen las necesidades de los pequeños agricultores y las comunidades donde se encuentran, generalmente están asociados a los agricultores de bajos recursos en países en desarrollo (Kontoleon *et al.* 2008).

Sin embargo, ahora el desafío es que muchos de estos agricultores custodios enfrentan cada vez más fuertes incentivos para reemplazar sus variedades nativas y las tecnologías ancestrales que lo sustentan debido a los cambios ambientales, socioculturales y económicos (Jarvis *et al.* 2011, Zimmerer y De Haan 2017, Drucker y Ramirez 2020). De hecho, se han identificado algunos incentivos que enfrenta los custodios para adoptar las variedades comerciales de los cultivos, como: *i*) La alta disponibilidad de variedades comerciales con rendimientos superiores y mayor resistencia a enfermedades; *ii*) Las cadenas de valores más sofisticadas, que pueden hacer de las cadenas de valor tradicional menos competitivas, lo que disminuye las oportunidades comerciales de las variedades poco comunes en el mercado; *iii*) La disponibilidad de nuevos productos, puede generar una percepción errónea en los consumidores de que las variedades nativas, sean asociadas con la pobreza; *iv*) El aumento de migración a las zonas urbanas por oportunidades laborales fuera de sus chacras, esto se traduce en la disminución de mano de obra, por el contrario el manejo de la diversidad intraespecífica e interespecífica de cultivos en las chacras pueden requerir bastante mano de obra (Jarvis *et al.* 2006, Pascual *et al.* 2011, Bellon *et al.* 2015 a, Padulosi y Drucker 2018).

El riesgo de pérdida de biodiversidad, no es lo único que afecta, sino también los agricultores pueden abandonar las prácticas tradicionales de manejo de semillas como el almacenamiento, la selección y el intercambio de semillas (Bellon *et al.* 2015 a); que justamente engloba la conservación *in situ* de los recursos genéticos en las chacras (Zimmerer y De Haan 2017). Consiguientemente, las variedades nativas requieren una importancia para su conservación (Jarvis *et al.* 2006, Pallante *et al.* 2016, Madden 2019). A pesar de ello, los agricultores dedicados a mantenerlos tienen pocos incentivos de mercado o no comerciales, entonces se ve necesario las intervenciones públicas o privadas para incentivar a la conservación de estos valiosos recursos genéticos, por ende, corregir las fallas de mercado (Jarvis *et al.* 2011, Pascual *et al.* 2011, Drucker y Ramirez 2020).

Si bien la conservación *in situ* en chacras se basa en el conocimiento, las actividades y las prácticas culturales, tecnologías tradicionales de los agricultores y las poblaciones de cultivos que gestionan en los agroecosistemas; es necesario señalar que las políticas públicas

deben reconocer a los custodios como actores clave en el proceso de conservación. Además, para el manteamiento de estos sistemas de conservación los enfoques de incentivos deben ser compatibles con los medios de vida y bienestar para ellos, como también estos mecanismos deben ser equitativos (Bellon *et al.* 2015 b). Los mecanismos de incentivos no solo deben influir a los custodios continuar manteniendo y generando servicios evolutivos, sino que también estar alineados con sus intereses privados o colectivos a corto plazo y con los beneficios públicos a largo plazo de la sociedad (Bellon *et al.* 2015 a).

Es fundamental que se anime a los agricultores para seguir conservando las variedades nativas y los parientes silvestres de manera individual o colectiva, asimismo, que transmitan sus cultivos a las generaciones más jóvenes, así como proteger el desarrollo de los agroecosistemas a fin de mantener la diversidad adaptada a las condiciones locales y garantizar el suministro de semillas nativas de calidad, adaptados localmente y mejorados por los mismos sistemas de conservación (Kell *et al.* 2018, Kopytko 2019). La conservación de la diversidad *in situ* dentro del sistema de producción agrícola se puede evaluar en diferentes niveles; dentro y entre hogares, aldeas, comunidades (Jarvis *et al.* 2011, Porcuna-Ferrer *et al.* 2020).

Aquí se cita algunos trabajos desarrollados mediante el enfoque hipotético de Disposición a Aceptar (DAA) un incentivo, se ha determinado los costos por la conservación *in situ* de las razas raras de animales en Zambia en sistemas colectivos, resultados que oscilan entre US\$ 23 y US\$ 90 por una hectárea; la herramienta que utilizaron para plantear las propuestas de licitación a los agricultores fue el Experimento de Elección (Wainwright *et al.* 2019).

En el Perú se viene impulsando los esquemas de PSCA mediante el sistema ReSCA, que fue implementada por el MINAM (2011), que actualmente viene trabajando con los cultivos de quinua, papas nativas y kiwicha, así utilizó protocolos de priorización de variedades conservar, costos, factores de cambios climáticos y otros; en este sistema las comunidades de agricultores compiten libremente en un concurso de licitación para las compensaciones, es decir, se ha trabajado en sistemas colectivos, específicamente en sistemas comunales. Asimismo, reportan que recuperar 30 variedades de kiwicha tendría una inversión de US\$ 30,000 por cinco hectáreas aproximadamente en comunidades que manejarían entre 50 a 100 agricultores, asimismo, se señaló que para asegurar el trabajo en las cinco hectáreas debería tener una persistencia del 40 por ciento en 20 años de conservación (Drucker *et al.* 2018), al

2020 solo el 7 por ciento de los agricultores mantienen esa diversidad de quinua proporcionada al inicio del esquema (Drucker *et al.* 2021).

Estimación de los costos de oportunidad de la conservación de recursos fitogenéticos

Para resolver el dilema de proporcionar fondos públicos o generar una contribución de los beneficiarios e incentivar la conservación *in situ* de RFAA por los agricultores en sus chacras, se ve necesario tener información y reconocer el sistema de evaluación de los costos de conservación *in situ*, los cuales, actualmente no existe mucha información (Pascual *et al.* 2011, Narloch *et al.* 2011, Wainwright *et al.* 2019).

Una manera de evidenciar los costos de conservación es mediante el Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE). Los PSE se han desarrollado como mecanismos de incentivos voluntarios para reducir la pérdida de la biodiversidad proporcionando un pago a los propietarios de las tierras por realizar acciones de conservación o mejoras a los ecosistemas (Börner *et al.* 2017). Así mismo, cuando se trata de esquemas de conservación de la agrobiodiversidad se denomina Pagos por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad (PSCA), este esquema consiste en proporcionar un pago a los agricultores por conservar los cultivos locales en sus chacras (Krishna *et al.* 2013, Drucker *et al.* 2018, Ruiz *et al.* 2020).

Los PSCA se fundamentan en aplicar una subasta hipotética de proceso de licitación que mide las recompensas monetarias con base en las disposiciones a aceptar un pago (DAA) los agricultores, por el esfuerzo de conservar o su disposición a participar en un programa. Cuando se trata de la subasta licitada, es un mecanismo inverso, mediante el cual los agentes (comunidad) presentan una oferta por un contrato predefinido de conservación como un sistema de bancos comunitarios (Krishna *et al.* 2013, Midler *et al.* 2015). Las DAA de los agricultores, no solo estaría demostrando las cantidades de compensación de los diferentes sistemas de conservación *in situ* en las chacras, sino también los factores que afectan la disposición de aceptar (Wei *et al.* 2020).

Los PSCA son sistemas que asumen que la compensación mínima requerida para motivar a una unidad agrícola a aceptar un contrato por el servicio que involucra la superficie fija del cultivo de un recurso genético amenazada dada indica el costo de oportunidad real para el custodio. Sin embargo, bajo información asimétrica, los esquemas de PSCA podrían crear incentivos perversos y reducir la efectividad de los mecanismos de compensación a lo largo de los años o generar conflictos en los integrantes de las localidades agrícolas, que

justamente son de diferentes tipos de acuerdo a la heterogeneidad social, cultural, ambiental y geográfico (Pascual y Perrings 2007, Krishna *et al.* 2013).

Los procesos de estos esquemas PSCA tienen la ventaja de identificar a priori de los lugares con alta densidad de servicios ecosistémicos y altos niveles de amenazas, por ejemplo, del 2010 - 2018 se viene aplicando en cuatro países (Bolivia, Perú, Ecuador y Guatemala) con el nombre de ReSCA, en aproximadamente 100 comunidades agrícolas para conservar una cartera de 100 variedades en un área de cinco hectáreas. por US\$860, aunque no se tiene reportes a largo plazo (Drucker y Ramirez 2020).

Sin embargo, el problema de los mecanismos de PSCA sigue siendo la equidad de distribución de las compensaciones, según Krishna *et al.* (2013) y Wainwright *et al.* (2019), señalan que una mayor exploración de las contribuciones óptimas asociadas con los enfoques de conservación *in situ* por los agricultores, bajo diferentes funciones de costo - beneficio pueden mejorar la rentabilidad de las intervenciones de los incentivos.

Así también, para evidenciar los costos por conservar los recursos genéticos en chacra es posible mediante enfoques metodológicos hipotéticos, tal es el caso de los agricultores que participan en una licitación, por tanto, el vehículo es la oferta competitiva; por consiguiente, la relación con los enfoques de precios fijos, y los costos totales son compatibles con los incentivos al dar la opción al agricultor de revelar sus verdaderos costos de oportunidad (Narloch *et al.* 2013).

2.5. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA QUINUA

2.5.1. La quinua en la época preincaica

En la época pre incaica, las historias tienen pocas revelaciones arqueológicas, lingüísticas y etnográficas, sobre los granos andinos como, la quinua (*Chenopodium quinoa Wild*), kiwicha (*Amaranthus caudatus L*) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), ya que se desconoce el uso de los granos andinos asociados a los ritos religiosos, sin embargo, las evidencias encontradas sobre el cultivo de la quinua en el departamento de Ayacucho, en el Perú, indicarían que su domesticación fue de hace 5000 años a.c. (Uhle 1919; Tapia *et al.* 2014); asimismo, se han encontrado hallazgos arqueológicos en sepulturas indígenas en el norte de Chile y en diferentes lugares del Perú donde señalan que fue utilizada hace 3000 años a.c. (Jacobsen *et al.* 2005). En lo que, sí, diversos autores concuerdan es que, la quinua es originaria de los Andes peruano y boliviano, debido a la amplia diversidad de colores y

tamaños existentes en esa zona y la existencia de parientes silvestres, así como mayores formas de uso y consumo, no solo del grano, sino también de las hojas, panojas y demás derivados (Mujica y Jacobsen 2006).

Se cree que, a través de migraciones y el comercio del cultivo se expandió por las regiones de los Andes sudamericanos, tales como Lupacas y Tiahuanaco en el sur del Perú y Bolivia; Mapuches en Chile; Chipchas, Andaki e Inganos en Colombia; Diaguitas y Calchaquíes en la Argentina; Mucuchies en Venezuela, aquí se evidenció el cultivo de la quinua que datan de hace 500 a.C. (García-Parra *et al.* 2020); en los valles de México, se reportó por los mayas y aztecas sobre un cultivo denominado *chenopodium nuttalliae* (Huauzontle) que tiene gran similitud a la quinua (Mujica y Jacobsen 2006, Ruiz *et al.* 2014).

2.5.2. La quinua en la época incaica

La quinua en la época incaica fue reconocida como alimento sagrado, existe reportes especialmente de la quinua que fue utilizado en la alimentación de los ejércitos durante las marchas de la conquista (Mujica y Jacobsen 2006). Además, a este producto se le atribuyeron fuerzas mágicas, por lo que, convirtieron su siembra y cosecha a fiestas religiosas (Mujica 2013), es así, que en la época incaica se mostró una notoria distribución a lo largo de Latinoamérica.

Según Pulgar Vidal (1854) señaló que la emigración de las semillas al país vecino de Ecuador, fue por la relación que tenían los pobladores de la Sabana de Bogotá con los ecuatorianos (Fuentes *et al.* 2012). Se cree que, en esta época la quinua fue adaptada en muchos lugares de Bolivia, Ecuador, Colombia, Chile y Perú (García-Parra *et al.* 2020); luego fueron mejorados por los incas, donde ya manejaron métodos de selección hasta obtener una diversidad de variedades locales ampliamente distribuidas a lo largo del Tahuantinsuyo (Fuentes *et al.* 2012, Mujica *et al.* 2013). La quinua, ha sido utilizado tanto en los valles interandinos como en las zonas más altas superiores a 3,500 m.s.n.m., zonas frías y áridas con temperaturas promedio de 12°C y con precipitación promedio de 350 mm (García-Parra *et al.* 2020).

2.5.3. La quinua en la época de la invasión española

La invasión de los españoles a los países Andinos fue al inicio del siglo XVI. El primer español que reporta el cultivo de la quinua fue Pedro de Valdivia en el año 1551, quien

señaló a la quinua como el alimento de los indios, en un informe dirigido a Carlos I, sobre la siembra de los cultivos en Concepción de Chile (Mujica 2013).

En este periodo se muestra un marcado cambio en el cultivo de los granos andinos, los reportes fueron concretamente sobre la quinua, ya que, la reacción de los invasores frente a este cultivo fue el rechazo, existe diferentes explicaciones hipotéticas. Se dice, porque este cultivo representaba a la cultura y territorio Inca, que les proporcionaba la fuerza extraordinaria a los nativos, lo cual fue muestra de peligro para los españoles, además, los incas utilizaron la quinua como ofrenda en ceremonias religiosas para venerar al Dios Inti, pues los invasores quienes impusieron su doctrina de un Dios moderno, con diferentes intereses religiosos, por lo que suprimieron el consumo de la quinua (Vargas-Huanca *et al.* 2016); por otro lado, se cree que reemplazaron la siembra de la quinua por su alto contenido de saponina en la semilla, característica que no aceptaron para su consumo, la cual fue sustituida por otros cultivos no autóctonos como el trigo (Mujica *et al.* 2013).

2.5.4. La quinua en la época Republicana

Durante la época republicana hasta la década de los ochenta, el cultivo de quinua y en general los granos andinos fueron marginados porque su consumo era restringido por los agricultores campesinos, los cuales resultaron en ocasiones ser productos sin mercado, en consecuencia, los granos andinos se mantenían con precios muy bajos (Vargas-Huanca *et al.* 2016). Referente a la quinua en los años sesenta, se llegó a cultivar tan solo en el uno por ciento de la superficie arable de Perú y Bolivia; mientras que en Chile y Ecuador durante la época Republicana la especie se encontraba en proceso de extinción (Mujica y Jacobsen 2006).

2.5.5. La quinua en la época actual

En la época actual, el gran cambio para el cultivo de la quinua llegó cuando los científicos y políticos presionados por el incremento repentino de la población en los países andinos, además, por la necesidad de mejorar la situación alimenticia en el mercado globalizado, revaloraron la importancia y calidad nutritiva de la quinua (Jacobsen *et al.* 2005). Así, en el año 1981, se realizó la primera Reunión Regional de Recursos Fitogenéticos, donde, La Junta de Cartagena, IICA entre otras instituciones colocaron a la quinua entre los cultivos de máxima prioridad (1990), el cual, despertó la atención de los diferentes consumidores a nivel mundial (FAO 2019). En esta época la quinua dejó de ser un producto de condición marginal,

en aproximadamente 20 años se desarrolló esfuerzos múltiples para convertir la quinua en un cultivo rentable, procesable, comerciable y exportable (Ruiz *et al.* 2014).

En la actualidad se conoce claramente la clasificación y distribución agroecológica de la quinua, ya que, a lo largo de los Andes se encuentran una importante diversidad y variabilidad del cultivo (Bazile *et al.* 2016) (Figura 8):

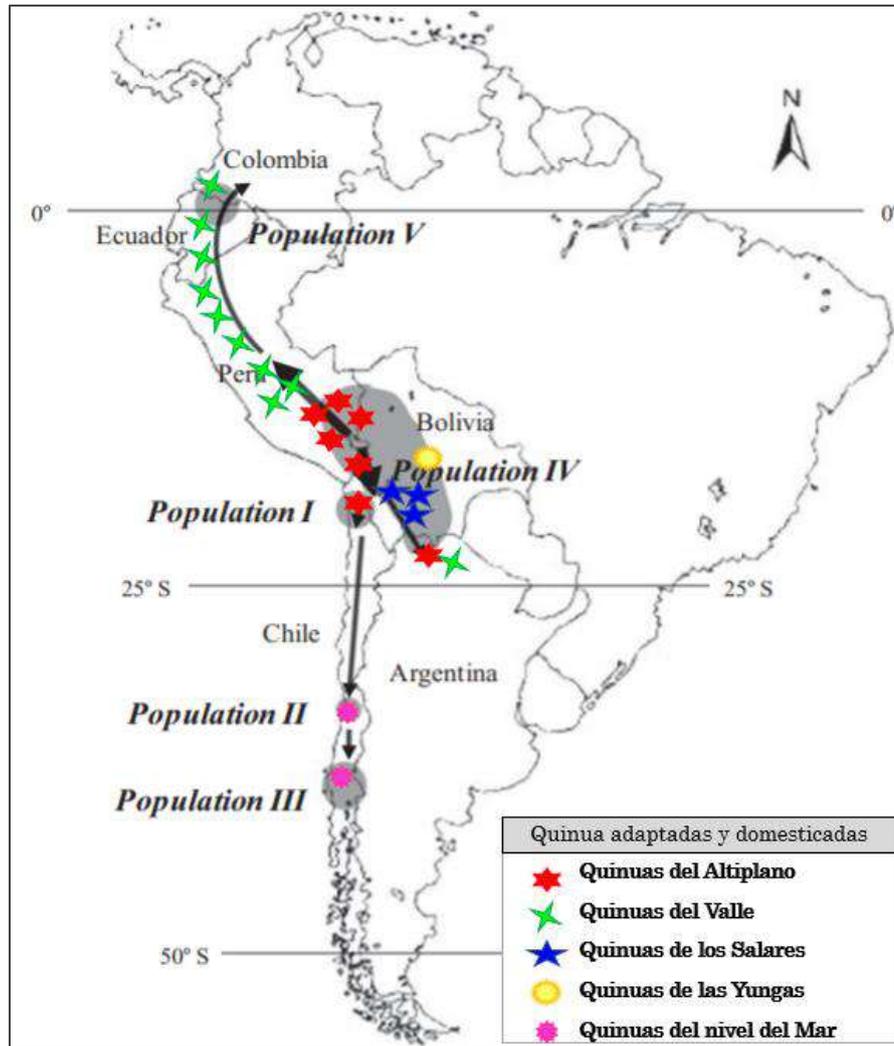


Figura 8: Dinámica de la distribución geográfica de quinua en los Andes

Fuente: Modificado de Fuentes *et al.* (2012)

- **Quinuas del Valle**, se cultivan a lo largo de las regiones central y norte del Perú, generalmente son resistentes al mildiu (*Perenospora farinosa*), se caracterizan por ser semidulces, debido a su baja cantidad de saponina;
- **Quinuas del Altiplano**, se cultivan en la zona *Circunslacustre*, generalmente tienen poca pigmentación en las hojas, tallo, ramas y testa del grano;

- *Quinuas de los Salares*, se cultivan en el Altiplano sur de Bolivia, de características halófilas adaptadas a suelos salinos y con un mayor tamaño de grano, pero con alto contenido de saponina y bordes filosos;
- *Quinuas del Nivel del Mar*, se cultivan a nivel del mar en el centro y sur de Chile, la planta se caracteriza no ramificadas, por el lado de la semilla es pequeña, son color amarillo y con alto contenido de saponina;
- *Quinuas Subtropicales*, se les conoce también como quinuas de las Yungas (Gómez - Pando *et al.* 2012; Rojas *et al.* 2009).

2.6. TRANSICIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA

2.6.1. Producción, extensión y rendimiento de la quinua en el mundo

A nivel mundial el consumo de quinua se ha visto impulsado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a partir de la difusión de la quinua como un alimento nutritivo y haber sido declarado el 2013 como el *Año Internacional de la Quinua* ha cambiado su dirección frente a los periodos pasados.

Bazile *et al.* (2016), analizó la tendencia del cultivo de quinua desde el año 1980, donde, registraron un incremento de la siembra de quinua a diferentes escalas y en nuevas áreas no tradicionales. Para el año 1980 solo registraban ocho países con producción de quinua, luego, en el año 2010 ya eran 40 países que habían centrado su producción e investigación en la quinua, posteriormente, en el 2014 pasaron a ser 75 países que cultivaron este pseudo-cereal y, para el 2015 se incrementó a un total de 95 países. Mientras tanto, Perú y Bolivia siguen siendo los principales productores con gran diversidad de quinua, siendo, Perú el mayor productor de quinua durante las últimas campañas (2020). La Figura 9 muestra el volumen de quinua producida a nivel mundial y el aporte de los tres primeros países, llevando el siguiente orden de mérito: Perú, Bolivia y Ecuador con 55.6, 41.6 y 2.8 por ciento respectivamente (FAOSTAT 2020).

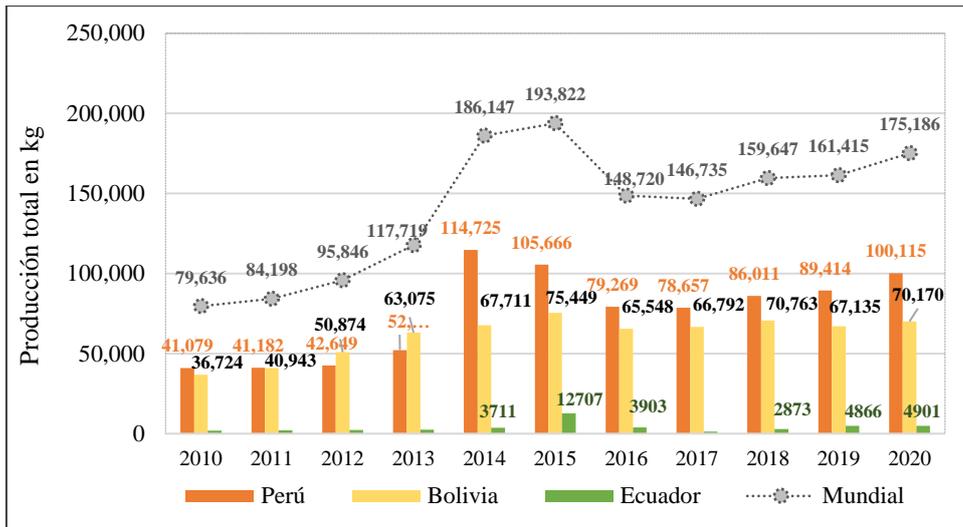


Figura 9: Volumen de producción de la quinua a nivel mundial del 2010 al 2020

Fuente: Elaborado con datos de FAOSTAT (2022)

Sobre el rendimiento del cultivo de quinua en los diferentes países se datan dispersos; en la Figura 10, se observa que Ecuador muestra valores más altos, sin embargo, Perú tiene los mejores rendimientos para el volumen producido en la región.

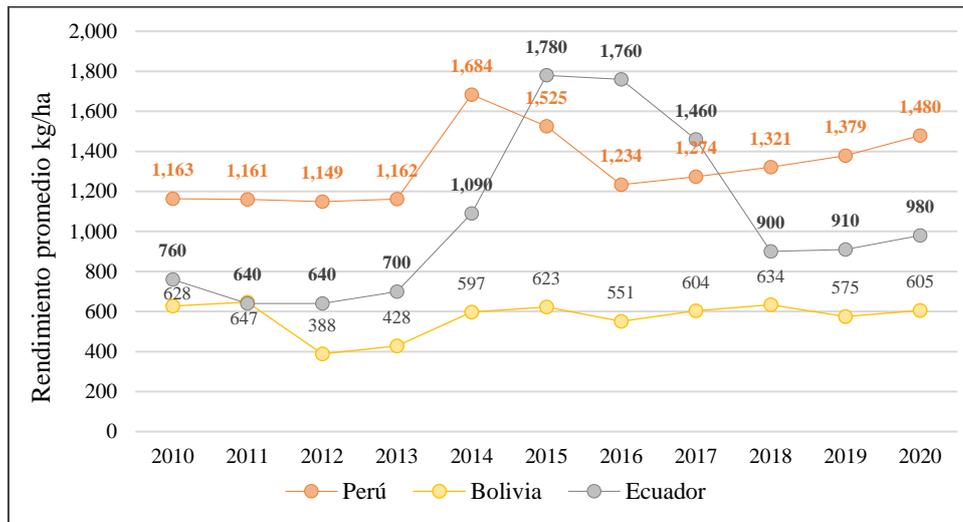


Figura 10: Rendimiento de la quinua en los países de mayor producción del 2010 al 2020

Fuente: Elaborado en base a los datos de MIDAGRI (2021) y FAOSTAT (2020)

En la Figura 11, se muestra la participación de cada continente como socio comercial, donde, América del Norte y del Sur, Europa y Oceanía han reducido (2020).

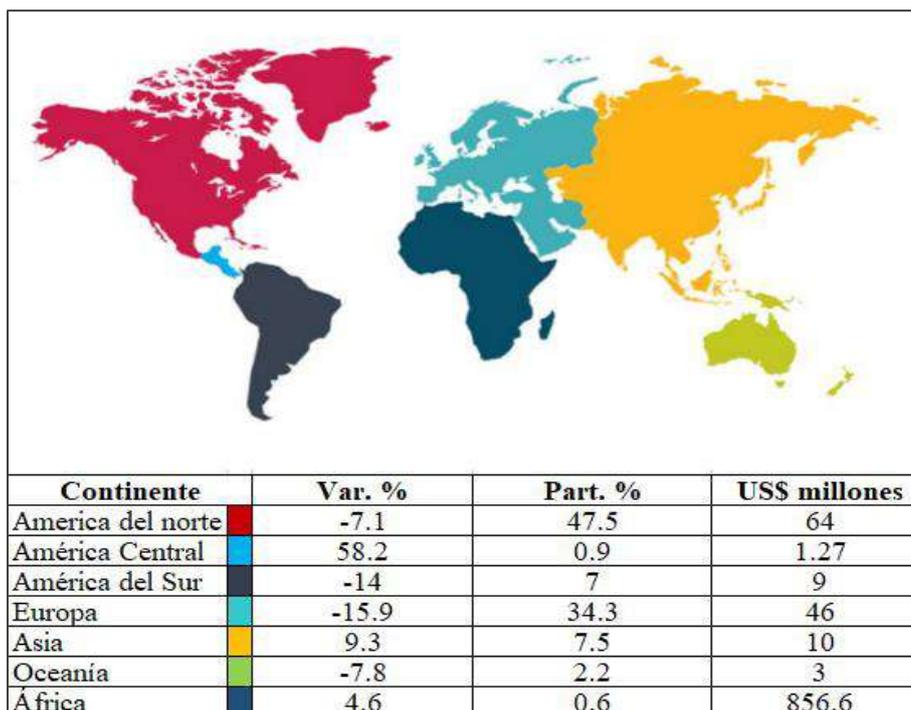


Figura 11: Principales mercado de la quinua por continentes para el 2020

Fuente: Elaborado a partir de la base de datos de SIICEX (2020)
https://www.siicex.gob.pe/siicex/porta15ES.asp?_page_=160.00000

La comercialización de quinua a nivel mundial está sostenida por los principales productores y exportadores de quinua, como son, Perú (40.8 por ciento o equivalente a \$101.2 millones), Bolivia y Ecuador. Para el 2020, Estados Unidos se registró como el mayor comprador de grano de quinua en el mundo (33.3 por ciento), seguido por Canadá (9.4 por ciento) y Países Bajos (7 por ciento) (SIICEX 2021).

2.6.2. La producción y consumo de quinua en el Perú y en Puno

Los granos andinos en el país son cultivados por más de 143 000 agricultores (ENAHO 2017). En la región de Puno existe un total de 69,158 unidades agropecuarias (UA) que cultivan la quinua, pero el 56.2 por ciento de estas UA se caracterizan por ser de pequeños agricultores con menores de 3 ha de terrenos de cultivo (aproximadamente 38,887 UA) (ENA 2017); el año 2012 el 58 por ciento de la producción de quinua en el Perú fue realizada por la pequeña agricultura (CENAGRO 2012).

En Perú, la tasa de incremento de la producción a nivel nacional fue de 261 por ciento durante los años 1995 al 2014, llegando a producirse en 18 regiones del país: Puno, Arequipa, Junín, Ayacucho, La Libertad, Ancash, Cusco, Apurímac, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho, Lambayeque, Tacna, Lima, Ica, Piura, Moquegua y Amazonas (Bedoya-Perales *et al.* 2018

b). Puno tiene una alta representatividad (45.2 por ciento de la producción) en la producción de quinua a nivel nacional (Figura 12 y 13).

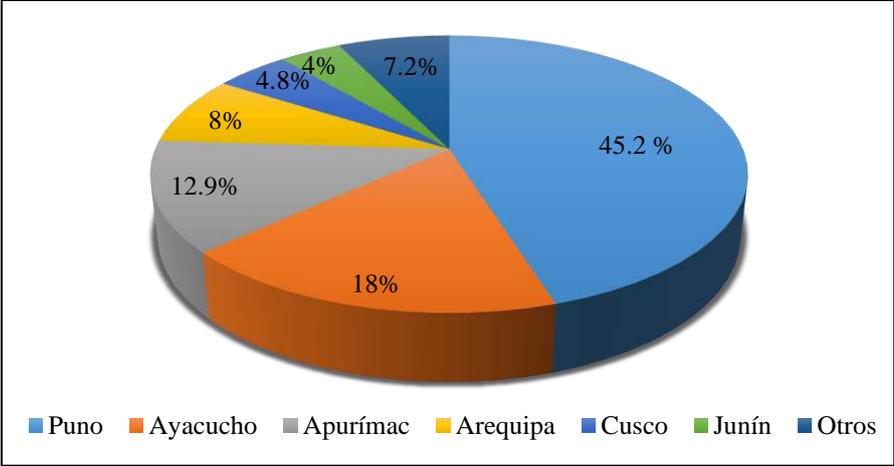


Figura 12: Participación de los departamentos de Perú en la producción de quinua – 2020

Fuente: MIDAGRI -Unidad de Inteligencia Comercial SSE (2022)

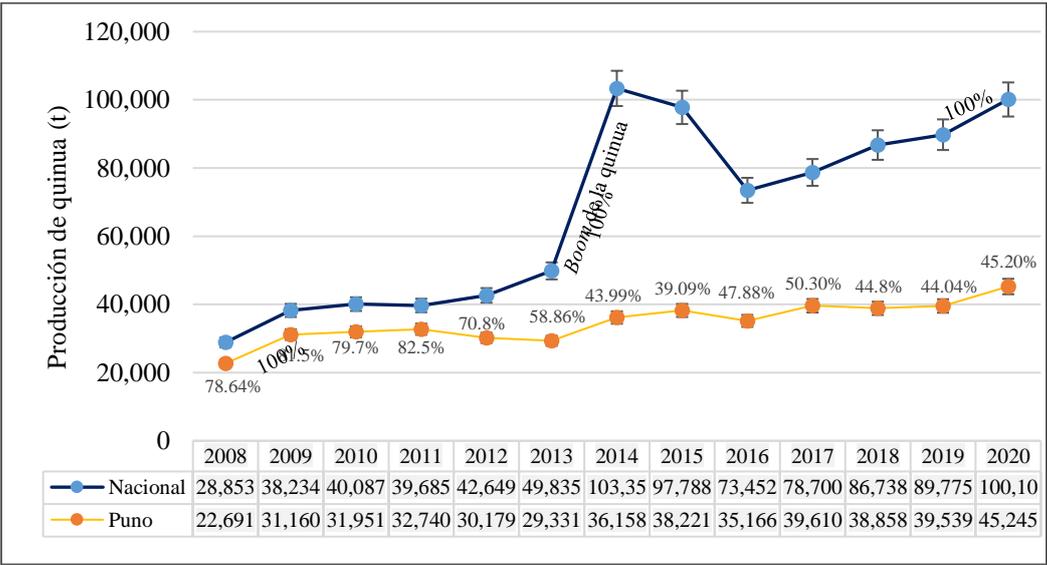


Figura 13: Producción de quinua en el Perú y la región de Puno en la última década

Fuente: Desarrollado con base en datos de la DRAP (2021) y SEIA (2021)

A partir de la campaña 2008 hasta la última campaña registrada (2020), se muestra un incremento del 99.4 por ciento en la producción nacional (Bedoya-Perales *et al.* 2018 b; SEIA 2021); según reportes estadísticos del DRAP (2021), desde el año 1995 se ha modificado dramáticamente desde el reconocimiento de la quinua como un grano importante para la seguridad alimentaria (1996). En seguida, con la llegada del fenómeno del *boom* de la quinua (2013), que trajo consigo el incremento de la exportación del grano conocido como

un super alimento, y con ello aumentaron los precios, causando expansión de la producción y homogenización del cultivo y de las variedades en el Departamento de Puno, con una superficie de siembra de 35,690 ha (MIDAGRI 2021).

Sobre la comercialización de la quinua en el Perú, el Departamento de Puno es el principal exportador de quinua (964,062 t), principalmente las provincias de Azángaro (20.7 por ciento), El Collao (15.9 por ciento) y San Román (14.1 por ciento), mientras que los distritos de Cabana e Ilave son más representativos en la producción de quinua orgánica certificada (Mujica *et al.* 2013), pues llega a más de 40 países que pagan altos precios por este producto (MINAGRI 2018). Además, ha exportado como semilla 27 t (año 2015) hacia los países de Canadá y Malasia (ADEX DATA TRAIDE 2020). Asimismo, Puno es el mayor exportador de quinua a nivel internacional; con el envío de 51, 107 t que representa el 44.5 por ciento (MIDAGRI 2019).

Sobre el rendimiento en la producción de quinua a nivel nacional en la última campaña (2020) llegó a registrar 1,480 (kg/ha), que fue superior a la campaña de 2011(1,161 kg/ha); a pesar de que, en el Departamento de Puno también se registró un incremento en el rendimiento, este sigue siendo inferior a los departamentos de zonas valle (Figura 14), el cual, se atribuye al rendimiento por variedades de quinua y los factores climáticos.

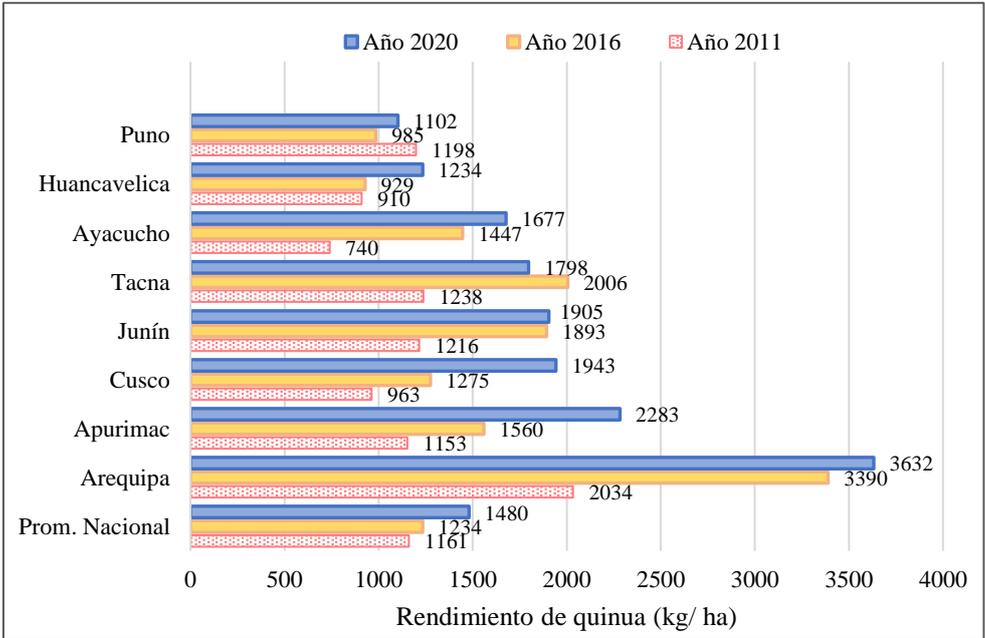


Figura 14: Rendimiento por hectáreas del cultivo de quinua por departamentos a nivel nacional, años: 2011,2016, 2020 (kg/ha)

Fuente: Elaborado con datos del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – SIEA (2021)

La zona altiplánica del Perú, sobre los 3000 m.s.n.m, es un entorno muy desafiante para la agricultura debido a la escasez de precipitaciones, la alta evapotranspiración, periodos muy cortos sin heladas y la baja de la fertilidad de los suelos (García-Parra *et al.* 2020). En todo el territorio del Departamento de Puno, se siembra y cosecha más de 60 cultivos entre, permanentes, semipermanentes y transitorios (DRA 2019). Algunos autores como Ruiz *et al.* (2014), Vargas-Huanca *et al.* (2016) y Bedoya-Perales *et al.* (2018 a), mencionan que los cultivos nativos (cañihua, olluco, tarwi e isaño) están disminuyendo sus áreas productivas, concretamente están siendo reemplazados por el cultivo de quinua, es decir tratando de homogenizar la producción interespecífica, asimismo, Bazile *et al.* (2016), Bedoya-Perales *et al.* (2018 b) y Reyes (2020) señalan que la reducción también es intraespecífica, especialmente por la homogeneización de la variedad comercial blanca.

El grano de la quinua es importante en la seguridad alimentaria de la población humana. Sin embargo, el consumo per cápita de quinua en la región de Puno es de 4 kg., mientras que en el resto del país solo es de 440 g. (INEI 2016). Cabe aclarar sobre el consumo de la parte vegetal de la quinua, Greens *et al.* (2022) recientemente reportaron que las hojas frescas de quinua contiene altas cantidades de proteínas y aminoácidos importantes en la alimentación humana y bajas cantidades de carbohidratos, no obstante, su consumo particularmente en el Departamento de Puno no es común hoy en día, a diferencia de la Zona altiplánica otras zonas del valle sí son más consumidos, donde la población acostumbra consumir en platos típicos cocido o en ensalada (Huanca *et al.* 2015).

2.7. GESTIÓN Y ACCESO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA QUINUA

Conservar la diversidad de quinua, es fundamental y estratégico porque este cultivo desempeña un rol esencial en la seguridad y soberanía alimentaria, por sus características nutricionales y su resistencia a los diferentes aspectos del cambio climático, aporta de forma significativa a las necesidades básicas de la población y es parte del patrimonio ancestral y cultural de los países andinos, y ahora a nivel mundial (Mujica y Jacobsen 2006, Bazile *et al.* 2016, Ruiz *et al.* 2020).

2.7.1. Políticas públicas de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad en el Perú

La constitución Política del Perú vigente de 1993, en el Capítulo II y los artículos del 66 al 68, establecen el marco legal para los temas ambientales y los recursos naturales, los cuales promueven el uso sostenible de dichos recursos naturales. Para el cumplimiento de la

constitución el Ministerio del Ambiente (MINAM), publicó el Decreto Supremo 012-2009-MINAM que aprueba la Política Nacional del Ambiente, y en sus capítulos 2 y 3 señala los lineamientos de política para los recursos genéticos y la bioseguridad. Además, en el mismo año se aprobó el Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos con el Decreto Supremo N°003-2009-MINAM, a través del cual el país se alinea al Acuerdo de Cartagena que trata sobre el Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos.

El Perú cuenta con la Ley N° 26839, Ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica (1997). Hace mención para priorizar la conservación de la diversidad biológica *in situ* mediante Áreas Naturales Protegidas, asimismo, reconoce y difunde la conservación *ex situ* a través de banco de germoplasma, jardines botánicos, zoos criaderos, etc.

La Ley N° 27811, se dio en el año 2002, donde hace referencia al régimen de protección de los conocimientos colectivos de los pueblos indígenas vinculados a los recursos biológicos y los usos tradicionales.

Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, fue aprobado en el año 2016; este incluye herramientas como incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos, financieros y no financieros, donde se establece un acuerdo entre el contribuyente y el retribuyente al servicio ecosistémico, que está orientado a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.

La Ley N° 29811, que reconoce los centros de origen y diversificación de especies, y dos Decreto Supremos (DS N°008-2012-MINAM; DS N°020-2016-MINAGRI) de políticas concertadas para la conservación de la diversidad y variabilidad existente, y el otro sobre el reconocimiento de la Zonas de Agrobiodiversidad orientadas a la conservación y uso sostenible de especies nativas cultivadas por parte de los pueblos indígenas, respectivamente. No obstante, ya desde el año 2000 se había iniciado con programas de orientación para la producción de quinua orgánica en comunidades campesinas de la región de Puno, pero al parecer esto no fue impedimento para continuar degradando los agroecosistemas de conservación de variedades nativas (Apaza *et al.* 2002; Ruíz *et al.* 2018). Como herramienta para esta ley, se ha publicado la guía para el reconocimiento de las zonas de agrobiodiversidad en el Perú (2020), que permitirá realizar el monitoreo y evaluación de las zonas de conservación de la agrobiodiversidad.

Para el año 2019, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), designa a los Andenes de Cuyo Cuyo como la primera zona de Agrobiodiversidad de cultivos nativos (papa, oca, olluco, habas, maíz e izaño), ubicada en el Departamento de Puno³. La segunda zona es el Parque de la Papa en Cusco⁴ desde el 2020. La tercera es la Zona de Agrobiodiversidad Collasuyo⁵ a partir de 2020, se ubica en el departamento de Cusco. La cuarta es la Zona de Agrobiodiversidad Marcapata Ccollana en Cusco⁶ desde 2021.

2.7.2. Conservación de los recursos fitogenéticos en el Perú

Existen dos sistemas grandes de conservación de la agrobiodiversidad (Chaudhary *et al.* 2020, Joshi *et al.* 2020), estas son la conservación *ex situ* e *in situ* (Tabla 2), ambos sistemas son realizados en el Perú.

Tabla 2: Métodos de conservación de recursos fitogenéticos de la agrobiodiversidad

Estrategias de conservación	Condiciones crecimiento según el hábitat	Sistemas de conservación	Descripción	
<i>In situ</i>	Áreas protegidas	Plantas silvestres comestibles	Tipo de reservas de plantas y animales en los ecosistemas naturales o seminaturales	
		Plantas domesticadas sin cultivar		
	En chacra	Campos de agricultores		Razas o variedades nativas cultivadas por agricultores durante generaciones, es decir generaron un proceso de coevolución con las modificaciones ambientales, sociales, culturales y económicos.
		Bancos comunitarios		Procesos de conservación y distribución de semillas desarrollado por las comunidades donde las semillas se almacenan en los tambos (casas construidas por la comunidad)
	Parcelas demostrativas	Variedades de cultivos generalmente de comunidades locales con fines para demostrar, multiplicar, concientizar y renegarar.		
	Banco de germoplasma en campo	Particularmente los cultivos perennes se conservan en campo de esta manera.		

³ Fue asignada mediante la Resolución Ministerial N° 342-2019-MINAGRI.

⁴ Fue asignada mediante la Resolución Ministerial N° 081-2020-MINAGRI

⁵ Fue asignada mediante la Resolución Ministerial N° 267-2020-MINAGRI

⁶ Fue asignada mediante la Resolución Ministerial N° 018-2021-MINAGRI

<i>Ex situ</i>		Programa de mejora participativa	Consiste en entregarle a los agricultores una cesta de variedades para conservar.
		Programa de recuperación y restauración de hábitat	Se realiza un cruce entre germoplasma local y variedad moderna.
	Bancos genéticos y centros de conservación	Bancos de germoplasma equipados	Equipos sofisticados de alto voltaje para manejar el ambiente
		Bóvedas de semillas	Duplicado de semillas almacenadas de forma natural en bancos de germoplasma en regiones frías.
	<i>Ex situ</i> fuera de los bancos de germoplasma	Parques	Áreas protegidas donde las personas colectan a los parientes silvestres de los cultivos.
	Jardines botánicos	Además de conservar mantienen con fines recreativos.	
	Estaciones de conservación	El manejo es realizado por técnicos (curadores)	

Fuente: Adaptado de Krishna *et al.* (2015), Chaudhary *et al.* (2020)

- ***Conservación ex situ de los recursos fitogenéticos de la quinua***

Cuando la conservación de los recursos fitogenéticos de los cultivos se realiza fuera de su hábitat natural es denominado *ex situ*, este sistema de conservación se lleva a cabo en jardines botánicos y bancos de genes tal como se mostró en la tabla anterior.

La semilla de quinua tiene un comportamiento ortodoxo, es decir que, su viabilidad se puede mantener en ambientes controladas a través del manejo adecuado de la temperatura y humedad, así reducir al mínimo la pérdida de viabilidad; según los reportes de Bazile (2013) señala que el cultivo de quinua se conserva en 59 bancos de germoplasma mediante semillas de quinua nativas y sus parientes silvestres, estas áreas de conservación están distribuidos en 30 países del mundo (Figura 15). Según los informes alcanzados a la FAO (2010), a nivel mundial se ha reportado la conservación *ex situ* de 16 422 accesiones⁷ del género *Chenopodium*.

⁷ La accesión es una unidad de conservación que comprende semilla o planta, esta se identifica con un código alfanumérico, y que los distingue al resto en un banco de germoplasma.

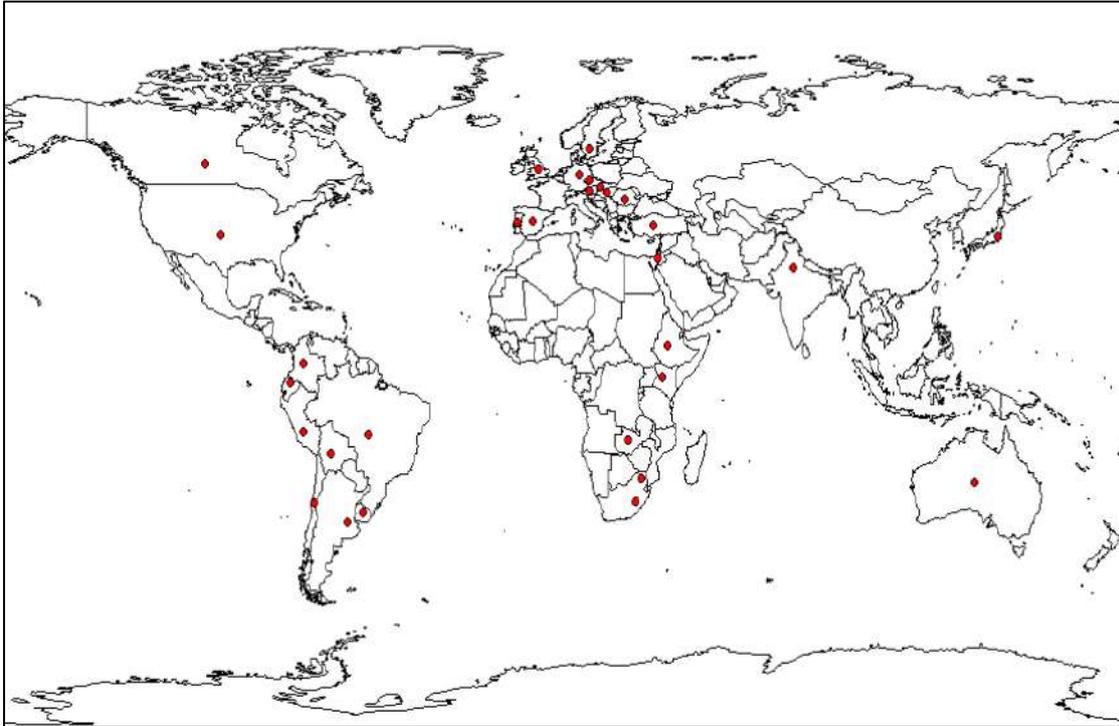


Figura 15: Países con bancos de germoplasma de granos andinos en el mundo

Fuente: Bazile *et al.* (2014)

La conservación *ex situ* de la quinua en el Perú se desarrolló mediante el manejo de bancos de germoplasmas, la institución encargada para su gestión es el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en la Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, por otro lado, también existen universidades que desarrollan esta labor con intereses propias de la institución a cargo con fines particulares de los investigadores (Fuentes *et al.* 2012).

El informe por la FAO (2006) señala que, la conservación *ex situ* de la quinua es desarrollado aproximadamente por 53 años en las Estaciones Experimentales Agrarias (EEA.BI es de Baños de Inca - Cajamarca, Illpa – Puno, Santa Ana – Huancayo - Cusco) del INIA, la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) y La Universidad Nacional del Altiplano (UNA) (Figura 16). Según Gomez-Pando *et al.* (2019) la UNALM tiene conservado 2,089 accesiones, estas proceden de Puno (69.78 por ciento), Cusco (13.19 por ciento), Apurímac (7.19 por ciento), Ancash (6.28 por ciento), Cajamarca (2.21 por ciento), Arequipa (0.82 por ciento), Junín (0.29 por ciento), Ayacucho (0.19 por ciento) y Huancavelica (0.05 por ciento), siendo la conservación *ex situ* más representativa en el Perú.

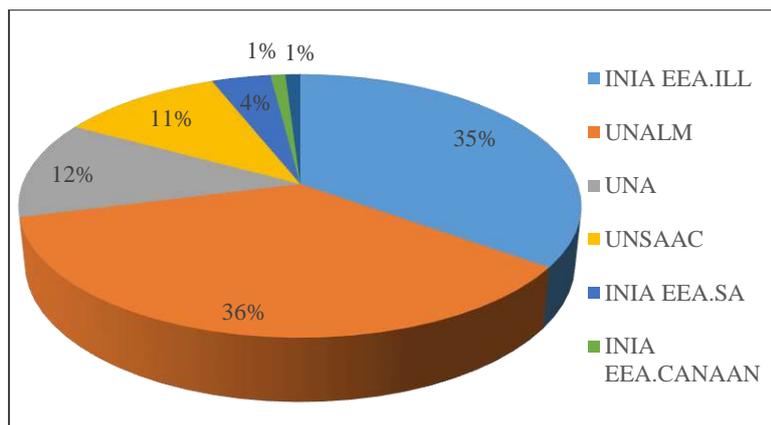


Figura 16: Conservación *ex situ* de accesiones de quinua en Perú - 2014

Fuente: Elaborado con base a la información de Tapia (2016) y Gomez-Pando *et al.* (2019)

- ***Conservación in situ de la diversidad genética nativa de la quinua***

La conservación *in situ*⁸ de la quinua y sus parientes silvestres en el Perú fue fomentada por el INIA (antes INIEA) desde 1980, en seguida a partir del 2001 al 2006 se han incorporado las instituciones como: PRACTEC, ARARIWA, CCTA y CESA se desarrolló el proyecto “Conservación *in situ* de las plantas nativas cultivadas y sus parientes silvestres” financiado por el GEF⁹ para el rescate de las tecnologías tradicionales, se realizó un importante inventario y caracterización de la agrobiodiversidad de las chacras y a los campesinos identificados como custodios por las experiencias en el manejo de las diferentes variedades nativas de la quinua e inclusive la utilización de sus parientes silvestres.

La utilización de las variedades nativas de quinua está íntimamente relacionado al idioma local, así, el Quechua y el Aymara son originarios de los Andes del Altiplano, estas áreas tienen una riqueza especial en la denominación de los usos de las plantas, así como las características botánicas y de adaptación (INIEA 2006). Además, Canahua *et al* (2017) señalan que, existe un mayor número de la diversidad nativa de quinua en los sistemas *aynokas* o *laymes*, es decir, en sistemas agrícolas colectivos o sectoriales.

Las variedades nativas de quinua ocupan un nicho ecológico, cultural y socioeconómico en la región altiplánica, que no ocupa las variedades comerciales (Bellon *et al.* 2015). La agrobiodiversidad de la quinua está distribuida a lo largo de los Andes; no obstante, la mayor concentración de la diversidad del cultivo y sus parientes silvestres se encuentran alrededor

⁸ Este tipo de conservación del germoplasma (recursos genéticos) integra evoluciones importantes, sin embargo, ella está determinada por un complejo de interacciones de tres componentes: los cultivos, el medio ambiente y los seres humanos (Bellon *et al.* 2017).

⁹ GEF son las siglas en inglés del Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

del lago Titicaca o Zona Circunlacustre (Tapia *et al.* 2014, Ruiz *et al.* 2014, Bedoya-Perales *et al.* 2018 b, Ruiz *et al.* 2020), también, fue denominado como micro Genocentro de la quinua (INIEA 2006). Según Canahua (2018), algunas de las zonas agroecológicas identificadas en el Departamento de Puno muestran mayor representatividad de las variedades nativas de quinua las que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3: Zonas agroecológicas con sistemas de producción de quinua

Zonas agroecológica	Nombre tradicional	Lugares representativos	Sistemas de Cultivos
Circunlacustre	Q'ota laca (ribera del lago)	Juli, Pomata, Huancané, Moho, Capachica, etc. (3,810 - 3,830 m.s.n.m)	Papa dulce, quinua, tarwi, habas, cebada grano etc., en <i>Aynokas/Laymes</i> .
Suni Baja	Taypi suyo (zona media)	Ilave, Acora, Illpa, Mañazo, etc. (3,840 - 3,860 m.s.n.m)	Papas saya y luki, quinua, cebada, avena, alfalfa en <i>Aynokas</i> o <i>Laymes</i> , pastizales.
Suni Alta	Alay suyo (zona alta)	Lampa, Azángaro, Laraqueri, Pizacoma, etc. (3,870 - 3,920 m.s.n.m)	Papas luki y saya, quinua color, kañiwa, en <i>aynokas/laymes</i> , pastizales, cebada y avena.
Puna húmeda	Suni	Santa Rosa de Melgar, Ñuñoa, San José, San Antonio (Azangaro) y Macusani (Carabaya) (3,950-4,100 m.s.n.m)	Papas luki y saya, quinua color, kañiwa, en <i>aynokas/laymes</i> , pastizales, cebada y avena.

Fuente: Modificado de Canahua *et al.* (2018)

2.7.3. Acceso a semillas de quinua en el Departamento de Puno

La certificación de las semillas en el Perú, a partir del mes de junio de 2020 el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) es el organismo encargado del sistema formal de semillas con la Ley de la Certificación de Calidad de las Semillas¹⁰, basado en criterios relacionados con singularidad, uniformidad y estabilidad. La mayor producción de semillas certificadas en Perú (2019) fue de los cultivos: Arroz (16,140 t), papa (1990.6 t), avena (469.4 t), maíz amarillo (376.3 t), algodón, quinua (39.1 t) y trigo (25.3 t). Mientras que, para el mercado de exportación de semillas, aún es reducido, se cuenta con registros de entidades privadas que envían semillas de quinua y zapallo a Brasil.

¹⁰ Ley 27262 - Ley General de Semillas, cuyo Reglamento Técnico de Certificación de Semillas en el Perú fue aprobado en el año 2005, se encuentra disponible en:

<https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/LegislacionSemillas/DecretoSupremoN20024-2005-AG.pdf>.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) en el 2017, señala que el 80 por ciento de los agricultores de granos andinos utilizan sus propias semillas, especialmente en el sistema agrícola tradicional. El 17 por ciento compran las semillas a otros agricultores, mientras el otro 3 por ciento de agricultores compra su semilla a semilleros, finalmente, el 3 por ciento restante obtienen las semillas de regalo o trueque. Bajo este enunciado el ENA demuestra que casi la totalidad de agricultores de quinua utilizan semillas no certificadas (98,7 por ciento) y el otro porcentaje restante adquiere semillas certificadas por el INIA.

El sistema agrícola de pequeña agricultura en el Departamento de Puno, asigna el destino de su producción a: al autoconsumo familiar y local¹¹, los trueques de semillas, el trueque¹² como alimento, la venta y los rituales¹³; la mayor parte de sus cultivos toman como destino la siguiente lógica que se muestra en la Figura 17 (Ruiz *et al.* 2014, Vernooy *et al.* 2017).

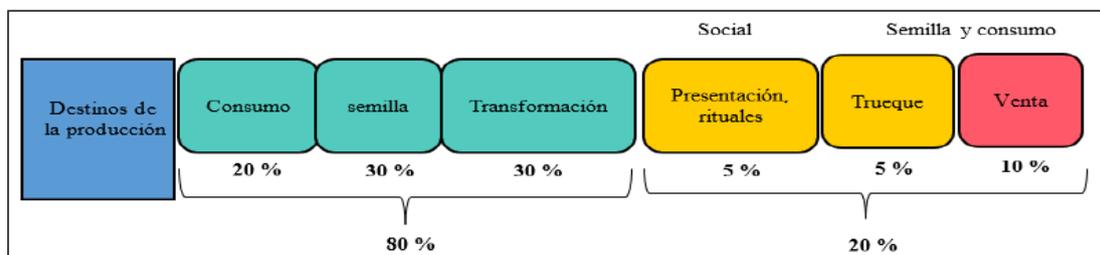


Figura 17: Distribución de la producción en la agricultura de pequeña escala

Fuente: Modificado de Valdivia *et al.* (2001)

a) Acceso a semillas de variedades nativas de la quinua

Las semillas nativas de quinua, generalmente se accede de manera informal; no existe mecanismos políticos permitan canalizar y guiar a los agricultores custodios de semillas nativas cumplir con los propósitos que exige la ley, los cuales son: Estar inscritos en el Registro de Productores de Semillas, acreditar la fuente de origen de la semilla, pureza e identidad genética, calidad fisiológica, calidad sanitaria y calidad física (Resolución Ministerial N°0142-2020-MINAGRI); por lo tanto, los logros obtenido por los custodios y se limitan al sector informal (Vernooy *et al.* 2017, Huanca *et al.* 2015). En la Tabla 4, se muestra algunas variedades nativas disponibles en el departamento de Puno.

¹¹ El autoconsumo es el aporte de la producción agrícola a la seguridad alimentaria de sus familias y comunidades.

¹² Trueque es una actividad de la economía no monetaria importante en la dinámica del sistema agropecuaria tradicional de las comunidades campesinas.

¹³ Rituales son actividades culturales con presentaciones materiales de la producción agrícola e inmateriales.

Tabla 4: Variedades nativas de quinua identificadas en el departamento de Puno

Razas o castas	Nombre en Aymara	Nombre en Quechua	Color de grano	Tolerancia al frío	Usos Más frecuentes
Quinuas blancas	Hanq'o jiwra (hanq'o jupha)	Yurak (kiwna)	Blanca	Mediana	Sopa, puré y pesque.
Chulpi o real	Pesq'e jiwra (real jiwra)	Pesq'e Kiwna (real kiwna)	Blanca	Buena	Sopa y puré
Amarilla	Jaru jiwra (q'ello jiwra)	Q'ello kiwna	Amarilla	Alta	mazamorra con cal, pasteles (kispíño) y torrijas.
Misa quinua	Misa jiura (allqa jiura)	-	Blanca y colores	Buena	Torrijas, purés, sopas en ceremonias.
Witulla	Witulla	Witulla	Roja	Alta	Torrijas, mazamorra y kispíño
Q'oito	Q'oitu	Q'oitu	Blanca o plomo	Buena	Torrijas y harinas
Pasankalla	Jak'cu jiwra	Kiwna (Jak'cu)	Plomo	Alta	Mana y harinas
Morada o quinda	Cuchiwilla	Airampu	Morada	Alta	Kispíño en ceremonias de sepelios y todos los santos.
Chaucha	Phurejja	Chawcha	Castaño	Buena	-

Fuente: Adaptado de Canahua *et al.* (2017) y Tapia *et al.* (2014)

Las variedades nativas de quinua que no han sufrido manipulación por los programas de mejoramiento genético poseen rendimientos muy bajos que oscilan por lo general de 600 kg/ha - 1,200 kg/ha (Tapia 2000).

b) Acceso a semillas de variedades comerciales de la quinua

Para el 2020, el SENASA informó que, a nivel nacional se cuenta con 1603 agricultores inscritos en el Registro de Productores de Semillas, asimismo, se ha propuesto convertir al Perú en un importante proveedor de semillas de calidad en el mercado nacional e internacional. Actualmente las variedades comerciales de quinua que fueron liberadas por las diferentes instituciones en el Perú se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5: Variedades comerciales de quinua en el Perú

Nombre de la variedad	Color	Tamaño de Grano	Zona de producción
INIA 431 - Altiplano	Blanco	Grande	Altiplano, Costa
INIA 427 - Amarilla Sacaca	Blanco	Grande	Valles Interandinos
INIA 420 - Negra Collana	Negro	Pequeño	Altiplano, Valles Interandinos, Costa

<<Continuación>>

INIA 415 - Pasankalla	Rojo	Mediano	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Illpa INIA	Blanco	Grande	Altiplano
Salcedo INIA	Blanco	Grande	Altiplano, Valles Interandinos, Costa
Quillahuaman INIA	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Ayacuchana INIA	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
Amarilla Marangani	Blanco	Grande	Valles Interandinos
Blanca de Juli	Blanco	Pequeño	Altiplano
Blanca de Junín	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos, Costa
Cheweca	Blanco	Mediano	Altiplano
Huacariz	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Hualhuas	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Huancayo	Crema	Mediano	Valles Interandinos
Kankolla	Blanco	Mediano	Altiplano
Mantaro	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
Rosada de Junín	Blanco	Pequeño	Valles Interandinos
Rosada de Taraco	Blanco	Grande	Altiplano
Rasada de Yanamango	Blanco	Mediano	Valles Interandinos
INIA 438 - Acollina	Blanco	Grande	Valles Interandinos

Fuente: Apaza *et al.* (2013); Modificado de INIA (2015); Gómez *et al.* (2019); notas del INIA (2020)

Así mismo, la Tabla 6 muestra a la lista de semillas certificadas de variedades comerciales ofrecidas para el agricultor en el Departamento de Puno, esta incluye el precio del kilogramo en soles según a la variedad y categoría de certificación para el año 2018.

Tabla 6: Disponibilidad y precio de venta de semillas comerciales de quinua en la región de Puno según categorías campaña 2018

Variedad	Categoría	kg	Soles/kg
Blanca de July	Autorizada	3416	8
Blanca de July	Básica	139	35
Blanca de July	Certificada	90	10
Illpa INIA	Autorizada	1375	8
INIA 415 - Pasankalla	Básica	345	35
INIA 415 - Pasankalla	Certificada	8270	10
INIA 420 Negra collana	Autorizada	2279	8
INIA 420 Negra collana	Básica	321	35
INIA 420 Negra collana	Certificada	2750	10
INIA 431 Altiplano	Básica	199	35
INIA 431 Altiplano	Registrada	468	20
Kankolla	Autorizada	3204	8
Kankolla	Certificada	1748	10
Salcedo INIA	Básica	419	35
Salcedo INIA	Registrada	2519	20
Salcedo INIA	Certificada	35690	10

Fuente: SIEA (2019)

2.7.4. Sistemas agrícolas de producción y conservación *in situ* de las variedades de quinua

La delimitación tipológica del sistema individual es sobre el agricultor que básicamente desarrolla las actividades agrícolas sin coordinación con otras unidades agrícolas, quienes a pesar de pertenecer al sistema comunal toman sus propias decisiones respecto a la producción agrícola en sus chacras o la decisión de participación en programas agrícolas (Narloch *et al.* 2011, Walsh-Dilley 2016, Villamayor-Tomas *et al.* 2021).

Por otro lado, la tipología del sistema colectivo está basado en la asociatividad de dos o más unidades agrícolas que se enmarcan como un tema o problema colectivo (Villamayor-Tomas *et al.* 2021), así este sistema es delimitado generalmente por superficies territoriales, denominados también unidades agrícolas sectoriales, donde cada uno de las divisiones del sector toman una acción colectiva, especialmente en el momento de la siembra, ya sea para elegir las chacras estarán destinados a descanso o con sembrío, la dinámica en el manejo de las semillas, las variedades a cultivar y el día exacto de siembra guiados generalmente por los factores climáticos; este sistema incluye prácticas de planificación del manejo tradicional y uso de suelos (Tapia *et al.* 2014, Vargas-Huanca *et al.* 2016, Ruiz *et al.* 2014, 2020).

Según Huanca *et al.* (2015) quienes señalan que en la zona aymaras de los Andes del Altiplano los sistemas colectivos se mantienen a lo largo de las décadas, ya que, son resilientes debido a que han logrado superar retos que de forma individual habrían sido difíciles.

Por otro lado, a medida que el agricultor expande su producción se muestra una creciente heterogeneidad de objetivos en las unidades agrícolas, lo que estaría dando lugar a la individualización (Walsh-Dilley 2016, Bedoya-Perales *et al.* 2018 a, 2018 b). Lo anterior, podría ser explicado por la teoría de acción colectiva que subyace principalmente sobre la capacidad de los agricultores para superar los dilemas sociales y reducir los costos de transacción (Villamayor-Tomas *et al.* 2019), no obstante, los dilemas surgen cuando los intereses de la colectividad no están alineados a los intereses individuales, pues por la presión de la demanda de quinua se muestra una mayor heterogeneidad de intereses de los agricultores de quinua (Narloch *et al.* 2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de evaluar los beneficios, los costos de oportunidad y los criterios de decisión de los agricultores de quinua en sistemas individuales y colectivos sobre los esquemas de Pagos por Servicios de Conservación *in situ* de la diversidad de recursos fitogenéticos, donde, los agricultores custodios son los actores de proveer el servicios de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos se buscó analizar el nivel de adopción de un esquema de incentivo, los cuales contribuyen a una mejor eficiencia de los PSCA. A lo largo del trabajo de investigación se ha enfocado exclusivamente en los sistemas agrícolas colectivos e individuales, para cumplir con los objetivos propuestos se siguió las etapas: *i*) Describir las características de la población de estudio priorizando la diversidad nativa de quinua en el Departamento de Puno (área de estudio, economía, actividades desarrolladas con fines de conservación de la agrobiodiversidad; *ii*) Calculo del tamaño muestral y diseñar el muestreo, de tal manera mantener una buena representatividad estadística; *iii*) Identificación de los atributos ambientales, económicos y sociales con base en los criterios de decisión de cultivar las variedades nativas frente a las variedades comerciales en sistemas individuales y colectivos; *iv*) Identificación del beneficio por proveer el servicio de conservación *in situ* de los RFAA de la quinua en la adopción del programa de conservación mediante la Disposición a Aceptar (DAA) con formato subasta; *v*) Finalmente, se calculó el costo de oportunidad de la diversificación de variedades nativas en sistemas de conservación individual y colectivos, ver flujograma del proceso en la Figura 18.

Para delimitar el cultivo, se ha recurrido a la lista de cultivos por orden de prioridad para su conservación por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA 2018), que fue desarrollado mediante el proceso metodológico de Sthapit *et al.* (2006), que consiste en talleres con la participación de los involucrados de una comunidad o de un país; ahí se elaboró una matriz con el objetivo de obtener información de existencia y utilización de las especies en los diferentes ámbitos. La prioridad según los autores se categoriza por la terminología: Mucha (> 75 por ciento), media (> 25por ciento y < 75 por ciento) y poca (< 25 por ciento). Por lo tanto, se enfocó en el cultivo de quinua, ya que, en el Perú está categorizada como cultivo de mucha prioridad para su conservación.

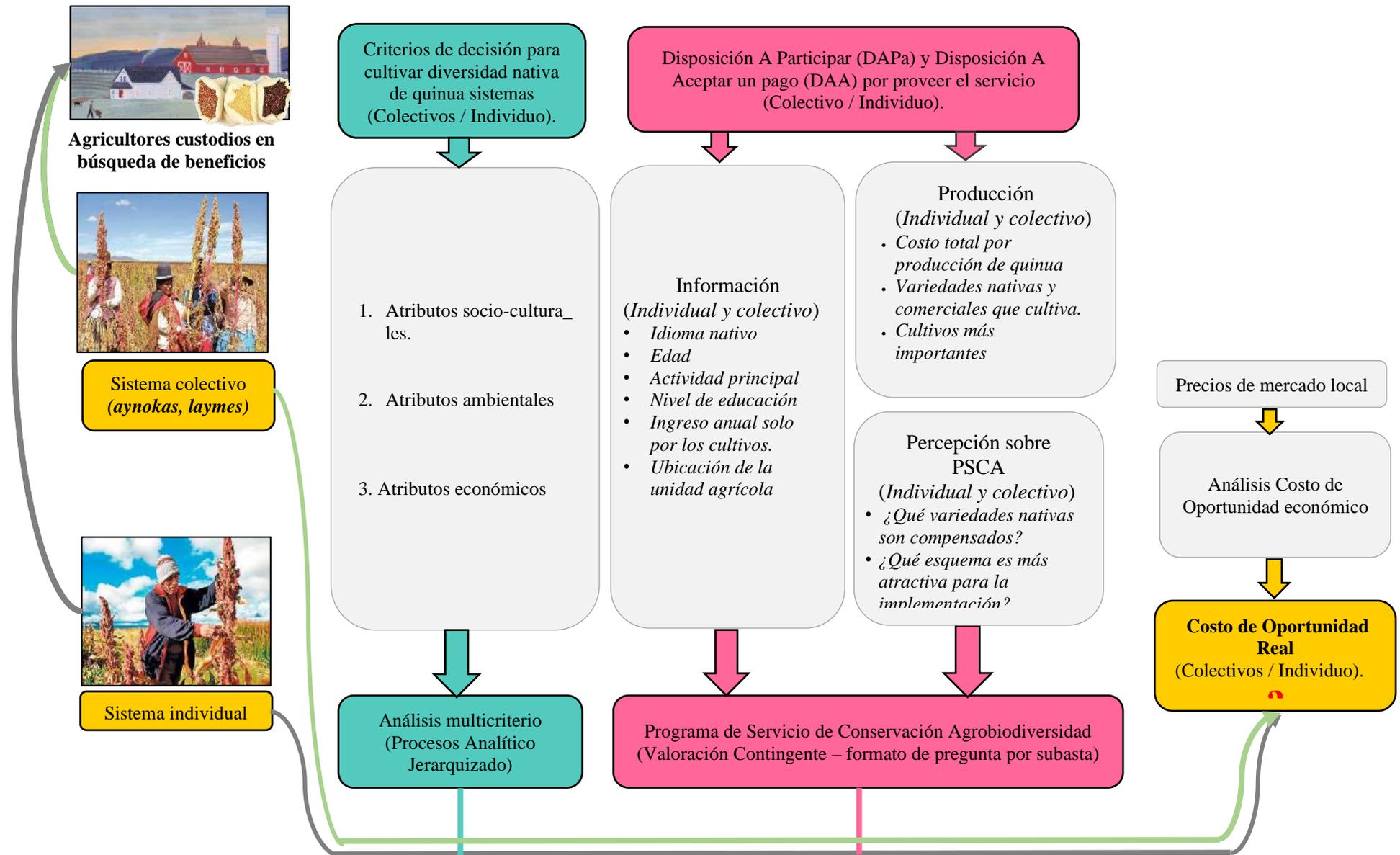


Figura 18: Proceso de la encuesta y el análisis del sistema de conservación de la diversidad nativa de quinua

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y reforzado con elementos cualitativos, pues, a partir de la recolección de información mediante encuestas de percepción y de declaración se analizó mediante algoritmos matemáticos y métodos de regresión multinomial.

3.1.2. Tipo de investigación

Según el contexto del trabajo es de tipo:

- Descriptivo:

Es de tipo descriptivo transeccional porque se recolectan datos en un solo momento y en un tiempo único, asimismo, se analizó los criterios en las decisiones de los sistemas de conservación *in situ* de las variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres en sistemas individuales y colectivos, el cual nos permite centrarnos en el fenómeno estudiado a través de la medida de multicriterio con Procesos de Análisis Jerarquizado.

- Explicativo:

A su vez es explicativo porque esta investigación encontró las causas que ocasionan ciertos fenómenos de decisión y disposición a participar en los programas de conservación de variedades nativas de un cultivo de importancia en la alimentación y en la agricultura como proveedores del servicio de conservan *in situ* en sus chacras la diversidad nativa de quinua y sus parientes silvestres, así, evidenció los beneficios de dicha conservación en sistemas de manejo individual y colectivo, encontró la Disposición a Aceptar un incentivo por provisionar beneficios sociales.

De esa manera la investigación aporta a la literatura desarrollando una evaluación pragmática de los sistemas de conservación *in situ* de RFAA en las chacras por los custodios individuales y colectivos, ya que, según la literatura, este sistema de conservación requiere una continua evaluación, adicionalmente, esbozó un enfoque metodológico para evidenciar los beneficios de la conservación *in situ* de los RFAA de quinua bajo las perspectivas de los custodios hacia el esquema de pagos por el servicio de conservación de recursos fitogenéticos. Finalmente, se identifican los costos de

oportunidad por el servicio de conservación de los RFAA de quinua en sistemas individuales y colectivos.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es una investigación no experimental debido a que las variables no son manipuladas ni controladas. Para la toma de datos, se limitó a observar los hechos tal y como ocurren en la conservación *in situ* de los RFAA de las variedades nativas de quinua y de sus parientes silvestres, además, se registró las percepciones de los agricultores custodios en sistemas individuales o colectivos hacia los PSCA, y evidenció los beneficios de conservar la diversidad fitogenética de la quinua con PSCA mediante preferencias declaradas, y los costos de oportunidad entre ambos sistemas por la diversificación del cultivo.

3.3. POBLACIÓN, TAMAÑO DE MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Características socioeconómicas del Departamento de Puno

En el Departamento de Puno se ha registrado en total de 1, 415, 605 habitantes, de los cuales el 45.5 por ciento pertenecen al área rural; por otro lado, el 44.1 por ciento (322,762 trabajadores) de la población económicamente activa (PEA) ocupada se encuentra en el sector agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, se ha señalado que del 2007 al 2018 tuvo un incremento muy bajo solo del 1 por ciento, justamente es uno de los departamentos que tiene mayor PEA en el sector agropecuario.

El Producto Bruto Interno per cápita a precios constantes en Puno de 2007 - 2018 fue de S/. 6,695 que es considerado uno de los más bajos a nivel del Perú, el porcentaje de pobreza y pobreza extrema es de 41 por ciento y 14.3 por ciento respectivamente, el cual se ubica entre los departamentos con alta tasa de pobreza (CEPLAN 2020). En Puno, se identificó que en el 90 por ciento de las comunidades de los Andes se ha incrementado la desnutrición, la disminución de la diversidad agrícola y la introducción de nuevos alimentos en el mercado local, problemas relacionados con el alcoholismo cerca a zonas con yacimientos mineros, la delincuencia y la violencia contra la mujer, aspectos que afectan de manera negativa a la calidad de vida de las zonas rurales (Vargas-Huanca et al. 2016).

3.3.2. Motivos en la elección del área de estudio

Para delimitar el área de estudio, el primer paso a evaluar fue directamente del proceso de la conservación *in situ* de RFAA por agricultores, una primera aproximación que se

consideró fue: la región, la cuenca y finalmente el país que permiten delimitar las áreas y los recursos fitogenéticos que se pueden encontrar en estas áreas. Así, también se ha considerado revisar las zonas delimitadas geográficamente, ya que muchas veces no refleja exactamente lo que la intervención humana ha podido desarrollar en la composición intraespecífica e interespecífica en los agroecosistemas, es donde se genera la descoordinación en sistemas de los integrantes de una comunidad para participar en programas de conservación agro-ambientales (Villamayor-Tomas *et al.* 2019). Por lo tanto, se ha utilizado como base para delimitar el área de estudio a las zonas agroecológicas, esta propuesta fue expuesta por Tapia (2007), justamente fue desarrollado identificando los cultivos nativos en el Departamento de Puno, entre ellos la quinua. Así, reúne las características necesarias para desarrollar los objetivos de esta investigación (Figura 19).

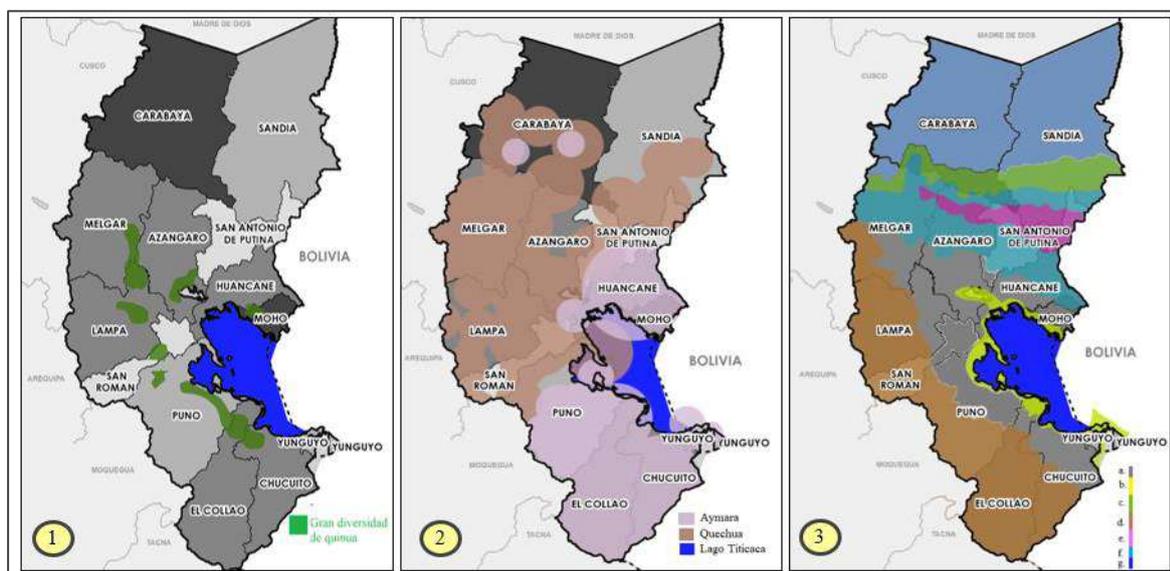


Figura 19: Mapa de referencia del Departamento de Puno por la importancia de la investigación

1. Muestra diversidad genética de quinua y sus parientes silvestres; 2. Existe zonas culturales diferenciadas (Sistemas tradicional aymaras y quechuas de Puno con base en áreas lingüísticas) y los sistemas agrícolas colectivos; y 3. Zonas agroecológicas¹⁴ bien identificadas (a. Zona Suni, b. Zona Circunlacustre, c. Zona Quechua, d. Zona Puna Seca e. Zona Cordillera, f. Zona Puna Húmeda, y g. Lago Titicaca).

Fuente: Tapia *et al.* (2014), Ruiz *et al.* (2014), Rojas *et al.* (2014), Bedoya-Perales *et al.* (2018) y Ruiz *et al.* (2020)

¹⁴ Las zonas agroecológicas permiten explicar las variaciones y heterogeneidad de la producción y productividad de los diferentes cultivos andinos, ya que Tapia (1995) ha añadido las variables agronómicas relacionadas entre el clima, el agricultor y los conocimientos locales a la nomenclatura utilizada por Pulgar Vidal.

3.3.3. Ubicación geográfica del Departamento de Puno - Perú

El Departamento de Puno está ubicada al extremo sur este del Perú, en la meseta del Collao, entre los 13°00'00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano; la precipitación pluvial en época húmedo es de 159 mm (enero) y en época seca de 2 mm (junio); su temperatura promedio mínima de -4 °C y máximo de 16 °C; así mismo, está a una altura entre los 3825 a 4300 msnm. El área del Departamento de Puno comprende una extensión de 67,386.16 Km² (altiplano, cordillera, selva alta y selva baja), sin incluir los 4,996.28 Km² que es la parte peruana del Lago Titicaca de Perú; está constituido por 13 provincias y 109 distritos (Gobierno Regional de Puno 2013) (Figura 20).

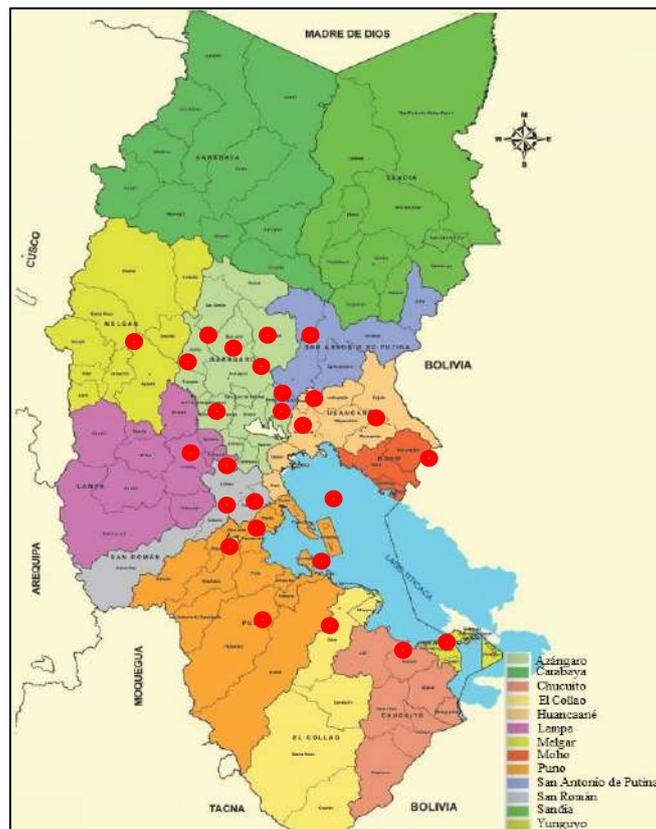


Figura 20: Mapa y división políticos del Departamento de Puno

3.3.4. Población

La población objetivo fueron los agricultores de quinua que cultivan variedades nativas y comerciales, sean de tipo individual o en forma colectiva en las provincias de Puno que registraron producción de quinua. La unidad de información estadística son las provincias y distritos que fueron seleccionados proporcionalmente según el nivel de diversidad de cultivos de quinua (Reyes 2020, Tapia 2017). La demarcación de la población total incluyó

todas las zonas agroecológicas donde se cultivan quinua y que son identificados por Tapia *et al* (2014).

La unidad de observación corresponde a los agricultores jefes de hogar (hombre o mujer) entrevistados, que mantenían por lo menos 1 variedad nativa (local) o que cultivó variedades comerciales del cultivo de quinua en sistemas individuales o colectivos (campana 2020), los grupos mencionados comprenden agricultores registrados como personas naturales y que poseen tierras de cultivo menores a cinco hectáreas, similarmente a lo señalado por Drucker *et al.* (2020), que aproximan esta cantidad de extensión de superficie del terreno como necesario para cultivar una especie en riesgo de extinción, y para incrementar la opción de ubicar a agricultores custodios de la diversidad nativa de quinua y los parientes silvestres. La teoría menciona que los custodios se caracterizan por ser agricultores de escasos recursos, pero eso no prueba que todos los agricultores que estén dentro de este grupo sean o estén dispuestos a proveer el servicio de conservación (Rojas *et al.* 2014, Ruiz *et al.* 2020).

Por ende, la población para la investigación fue desconocida debido a que en el Departamento de Puno y en general en el país no se cuenta con registro de agricultores custodios de la diversidad nativa de quinua y sus parientes silvestres, por consiguiente, no existe un marco muestral conocido.

3.3.5. Muestra

a. Tipo de muestreo para agricultores de quinua

La muestra se obtuvo con un muestreo conglomerado sobre la base de datos secundarios de la Dirección Regional Agraria Puno (2018) y las categorías de diversidad de quinua de Tapia y Frías (2007) y Reyes (2020). El muestreo fue bietápico con probabilidad proporcional al tamaño de los conglomerados, considerándose como conglomerado a cada distrito de las provincias que comprende el estudio.

La variable considerada para el tamaño de cada conglomerado es un indicador construido a partir del producto entre la variable ordinal *Agrobiodiversidad* que se refiere al nivel de la diversidad de quinua (Baja, Mediana y Alta) y la variable *Rendimiento* (kg/ ha) con referente al rendimiento medio de quinua por provincia, debido a que se buscó priorizar a la diversidad más que los altos rendimientos del cultivo. La primera variable categórica de la agrobiodiversidad intraespecífica de quinua por distritos, se contrastó con Tapia y Frías

(2007) quienes han señalado las zonas agroecológicas y el circuito de gran diversidad de quinua concentrado en Puno, y la diversidad de quinua a nivel provincial (Reyes 2020). La otra variable fue rendimiento de producción de quinua por provincias y distritos, los datos fueron extraídos de la DRAP (2018); de este modo, los distritos con mayor probabilidad de ser escogidos fueron aquellos con mayor agrobiodiversidad y de rendimiento medio.

b. Cálculo del tamaño de muestra

El cálculo de la muestra se realizó con un muestreo bietápico, este diseño de muestreo estimó el total de cada *clúster* mediante una sub-muestra dentro de los conglomerados seleccionados de la población, siguiendo a Almécija et al. (2004), las estimaciones se realizan en dos etapas de tal manera que:

- Etapa 1: Selección de los conglomerados (distritos) a partir de un muestreo aleatorio simple para población finita. Se ha empleado la siguiente fórmula.

$$n = \frac{NZ_{\alpha}^2 p q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

Donde:

N : Representa el total de distritos donde se cultivan quinua.

p : Corresponde a la proporción de distritos que conservan un número significativo de variedades nativas de quinua. Ya que se desconoce, se tomará $p = 0.5$.

q : Corresponde a la proporción de distritos que no conservan un número significativo de variedades nativas de quinua. Ya que se desconoce, se tomará $q = 0.5$.

e : Se trata del error de muestreo.

Z_{α} : Es la abscisa de la distribución normal para un nivel de confianza determinado.

El tamaño de la muestra de unidades primarias ascendió a 28 distritos, los cuales fueron ordenados de acuerdo al nivel de agrobiodiversidad, siendo el orden de manera descendiente. Además, se tomó en cuenta el error planteado para un nivel de precisión fue del 15.2 por ciento¹⁵, mientras tanto el nivel de confianza fue de 95 por ciento ($k=1.96$) y

¹⁵ Inicialmente fue calculado para un nivel de precisión del 5 por ciento, sin embargo, la muestra de unidad primaria fue de 70 distritos, esto superó a la capacidad logística para el levantamiento de información en campo, motivo por el cual, se realizó los ajustes con el error de muestreo, siendo aceptable hasta el 20 por ciento en poblaciones homogéneas (Almécija et al. 2004).

el valor de $p = q = 0.5$. Entonces, reemplazamos en la fórmula anterior obteniendo lo siguiente:

$$n = \frac{84 * 1.96 * 1.96 * 0.5 * 0.5}{(0.152)^2(83) + 1.96 * 1.96 * 0.5 * 0.5} \rightarrow n = \frac{80.6736}{2.8780} \rightarrow n = 28.031$$

- Etapa 2: El cálculo de la muestra (m_i) de esta segunda etapa, es referido a la selección de agricultores dentro de cada conglomerado seleccionado de la primera etapa; se calculó mediante la siguiente fórmula que considera poblaciones desconocidas o infinitas.

$$m_i = \frac{Z_{\alpha}^2 p q}{e^2}$$

Donde:

p : Corresponde a la proporción de productores que conservan un número significativo de variedades nativas de quinua. Ya que se desconoce, se tomará $p = 0.5$.

q : Corresponde a la proporción de productores que no conservan un número significativo de variedades nativas de quinua. Ya que se desconoce, se tomará $q = 0.5$.

e : Se trata del error de muestreo.

Z_{α} : Es la abscisa de la distribución normal para un nivel de confianza determinado.

Tomando en cuenta que el error como nivel de estimación es del 5.52 por ciento¹⁶, el nivel de confianza es de 95 por ciento ($K=1.96$) y el valor de $p = q = 0.5$.

$$m_i = \frac{1.96 * 1.96 * 0.5 * 0.5}{(0.0552)^2} \rightarrow m_i = \frac{0.9604}{0.0030} \rightarrow m_i = 315.191$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra de unidades secundarias de muestreo fue de 315. La sub-muestra, es el número de agricultores encuestados en cada conglomerado, los cuales estuvieron distribuidos en los 28 distritos, la cantidad en cada uno de ellos fue según al grado de probabilidad de las variables *Agrobiodiversidad* y *Rendimiento* (Tabla 7).

¹⁶ Se calculó con el 5.52 por ciento de error, este ajuste se realizó para disminuir el tamaño de sub-muestra debido a que la recolección de datos fue realizada durante el periodo de pandemia de la Covid-19, y el acceso a la información en el campo se vio limitada. Sin embargo, el nivel del error fue aceptable para este tipo de población homogénea (Almécija *et al.* 2004).

La aplicación de encuestas fue al azar en los distritos de cada provincia, pero dentro de cada conglomerado se aplicó mediante el sistema de encuestas por barrido, este sistema de levantamiento de información por encuestas fue utilizado ampliamente para el reconocimiento de áreas social y cultural en zonas rurales (Chaile y Javi 2020), también se utilizó para monitorear a una población de animales gorila en extinción (Granjon *et al.* 2020), mientras tanto, en este trabajo se utilizó para encuestar a los agricultores como jefes de unidades agrícolas que cultivan por lo menos una variedad nativa de quinua y agricultores que cultivan variedades comerciales de quinua.

Tabla 7: Distribución de las encuestas según los altos niveles de agrobiodiversidad

N°	Provincia	Distrito	Porcentaje de agrobiodiversidad (%) *	Frecuencia
1	Melgar	Macari	0.020	12
		Ayaviri	0.021	13
		Orurillo	0.014	8
2	Lampa	Palca	0.019	11
		Lampa	0.022	13
		Pucará	0.021	12
		Cabanilla	0.011	7
		Asillo	0.015	9
3	Azángaro	Azángaro	0.019	11
		San José	0.019	12
		Muñani	0.019	11
		San Juan de Salina	0.018	11
		Arapa	0.011	7
		Chupa	0.012	7
		Samán	0.015	9
4	San Román	Cabana	0.024	15
		Cabanillas	0.011	7
5	Moho	Moho	0.021	13
6	Huancané	Rosaspata	0.021	13
7	Chucuito	Pomata	0.023	14
		Juli	0.022	13
8	El Collao	Ilave	0.031	19
		Mañazo	0.028	17
		Vilque	0.023	14
		Acora	0.026	16
		Chucuito	0.023	14
9	Puno	Capachica	0.015	9
9		28	0.525	315

*Probabilidades fueron calculadas en base al reporte de Reyes (2020) para agrobiodiversidad de granos andinos y Tapia (2017) diversidad de quinua en Puno

3.4. HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las herramientas de recolección de información son desarrolladas por el equipo de investigación del área de Valoración de la Agrobiodiversidad de la Escuela de Posgrado (EPG) de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) y validadas por profesionales expertos en conservación de recursos genéticos entre ingenieros agrónomos y economistas agrícolas. Todas las herramientas utilizadas tienen la finalidad de identificar beneficios, costos y criterios socioculturales, ambientales y económicos de los servicios de la conservación *in situ* de las variedades nativas de quinua y/o la de sus parientes silvestres. Se desarrolló una prueba piloto para ajustar las preguntas de la encuesta general, además, se realizó una segunda encuesta dirigido al juicio de expertos.

3.4.1. Encuestas

Las 315 encuestas fueron aplicadas de acuerdo con el diseño muestral, por provincias y distritos, y las comunidades fueron elegidas al azar (**Anexo 1**), mientras que los agricultores encuestados de la Unidad Agrícola (UA) fueron tomado por barrido, para el proceso de las encuestas se tomaron las siguientes consideraciones: *i*) La encuesta fue realizada al jefe del hogar de cada UA; *ii*) Contar con variedades nativas de quinua por lo menos uno variedad¹⁷. La validación objetiva de la encuesta fue realizada mediante una prueba piloto aplicada a un 12 por ciento de la muestra total.

La finalidad de la encuesta fue capturar la información agrupada y las expectativas de los agricultores de quinua que adoptan las actividades de custodios en sistemas individuales o colectivos. La encuesta estuvo estructurada en 4 secciones: *i*) Información de la producción agrícola, que permitió explorar y analizar las decisiones sobre la base de múltiples criterios (Socio-cultural, ambiental y económico) considerados para el cultivo de la diversidad de variedades nativas de quinua y/o sus parientes silvestres en un sistema de preguntas para respuesta tipo Saaty, así como la percepción de los beneficios, la asignación de sus chacras para variedades nativas en sistemas individuales y colectivos, comprensión de manejo de las semillas, usos de los parientes silvestres, costo de producción por hectárea de quinua de variedades nativas; *ii*) Se identificó las variedades nativas que cultivará a pesar de no existir

¹⁷ Si el agricultor cultivó la última campaña (2020) por lo menos una variedad nativa de quinua, se le aplicó la encuesta tipo B, mientras que si el agricultor reportó variedades comerciales de quinua se les aplicó la encuesta tipo A, la diferencia de ambos solo fueron dos preguntas 4 y 5 de la encuesta general, la primera es sobre la lista de variedades nativas por la lista de variedades comerciales de quinua, la segunda, es con relación a las decisiones de cultivar una variedad de nativa mientras que la otra es para la variedad comercial (Ver **Anexo 2, 3 y 4**)

incentivos de mercado o públicos y el nivel del conocimiento de los programas de PSCA; *iii*) Se planteó dos únicas opciones para un programa esquemas de conservación con base en las ofertas actuales (del esquema ReSCA) en formato subasta o postura frente a la licitación para proveer el servicio de conservación de RFAA; *iv*) Finalmente, se obtuvo la información general como jefe del hogar.

3.4.2. Fichas de precios de mercado

Esta herramienta (**Anexo 5**) permitió capturar los precios de mercado por localidades y por variedades (junio de 2020), esta información se utilizó como una variable de ingreso económica por la venta de quinua según a la variedad en la sección de costos de oportunidad por la diversificación de quinua en los sistemas de conservación individual y colectivo.

3.4.3. Encuesta Juicio de Expertos

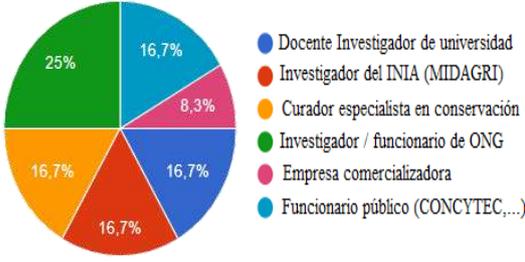
Esta encuesta fue aplicada con la finalidad darles un valor a los diferentes criterios en la conservación *in situ* de la diversidad genética del cultivo de quinua desarrollado por los agricultores custodios, los cuales cumplirían satisfactoriamente la labor de proveer el servicio según a los objetivos del programa de conservación *in situ* de los RFAA, así mismo, se logró capturar las opiniones frente a los riesgos que consideran los especialistas en conservación de cultivos (fitomejoradores, curadores, técnicos e involucrados en general). La encuesta de juicio de expertos fue aplicada vía online¹⁸ en un sistema de bola de nieve, las preguntas estuvieron diseñadas para respuestas tipo Saaty.

La información capturada, permitió evaluar de manera retrospectiva en el Análisis de Proceso Jerarquizado en el análisis multicriterio del primer objetivo de la investigación, siendo muy importante identificar los múltiples criterios de los que proveerán el servicio de servicios de conservación *in situ* de los RFAA.

Se convocó al llenado de la encuesta y aporte de opiniones a 18 expertos en Conservación *in situ* de granos andinos del Perú, ellos fueron identificados en los diferentes informes de las instituciones y publicaciones de artículos científicos relacionados al tema; del total se tuvo una participación del 66.7 por ciento (12 expertos). Sobre la información de los participantes en el Juicio de Expertos se muestra en la Tabla 8.

¹⁸ Estructura de la encuesta online para Juicio de Expertos: <https://forms.gle/ikE2HpVpogAQbita6>

Tabla 8: Información general de los participantes en el Juicio de Expertos

Profesión	N° de expertos	Género		Área en que desempeñan los expertos participantes
		F	M	
Biólogo	3	2	1	 <ul style="list-style-type: none"> ● Docente Investigador de universidad ● Investigador del INIA (MIDAGRI) ● Curador especialista en conservación ● Investigador / funcionario de ONG ● Empresa comercializadora ● Funcionario público (CONCYTEC,...)
Ing. Agrónomo	5	4	1	
Economista	2	1	1	
Ing. Zootecnista	2	2	0	
Total	12	9	3	

Nota: Los expertos que participaron con el llenado de las encuestas fueron en su mayoría ingenieros agrónomos entre docentes de la Universidad Nacional Agraria La Molina, curadores y funcionarios públicos de las instituciones como: el CONCYTEC, el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

3.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Determinación de los criterios de decisión para cultivar la variedad nativa de quinua frente a la comercial por sistema agrícola individual y colectivo

Los criterios que considera el agricultor custodio para adoptar una estrategia de conservación (individual o colectivo) para elegir las variedades nativas frente a las variedades comerciales son múltiples. Así, es necesario entender el comportamiento de los objetivos principales y secundarios en los factores de decisión de los agricultores de quinua. Pues para comprender el comportamiento de los custodios, básicamente se recurre al análisis de las características, las estructuras de la producción, las actitudes y las percepciones, que finalmente se engloban en tres aspectos importantes como son: Económicos, socioculturales y ambientales, que, de aquí en adelante lo denominamos factores para los criterios de decisión.

Se utilizó un enfoque metodológico que permitió evaluar la toma de las decisiones del agricultor para elegir cultivar una variedad nativa frente a la comercial. Según la literatura, cada agricultor o proveedor de bien o servicio tiene múltiples objetivos en el proceso de la toma de decisiones (Sánchez-Toledano *et al.* 2017, Ahmed y Kilic 2019); por lo tanto, identificar los criterios de decisión en los proveedores para el servicio de conservación *in situ* de recursos genéticos son factores determinantes para la adopción del PSCA.

El análisis de los criterios en la toma de decisiones relacionados a los custodios fue desarrollado con un enfoque de Proceso de Jerarquía Analítica - Difuso (PAJ-D), esta metodología permite capturar y representar juicios humanos de manera más realista, además, permite identificar múltiples criterios entre principales y secundarios, permitiendo disminuir los sesgos por respuestas, que a su vez permite incluir en el análisis las opiniones del Juicio de Expertos (Ahmed y Kilic 2019, Afolayan *et al.* 2020). El proceso del enfoque metodológico que se desarrolló en el presente trabajo se muestra en la Figura 21.

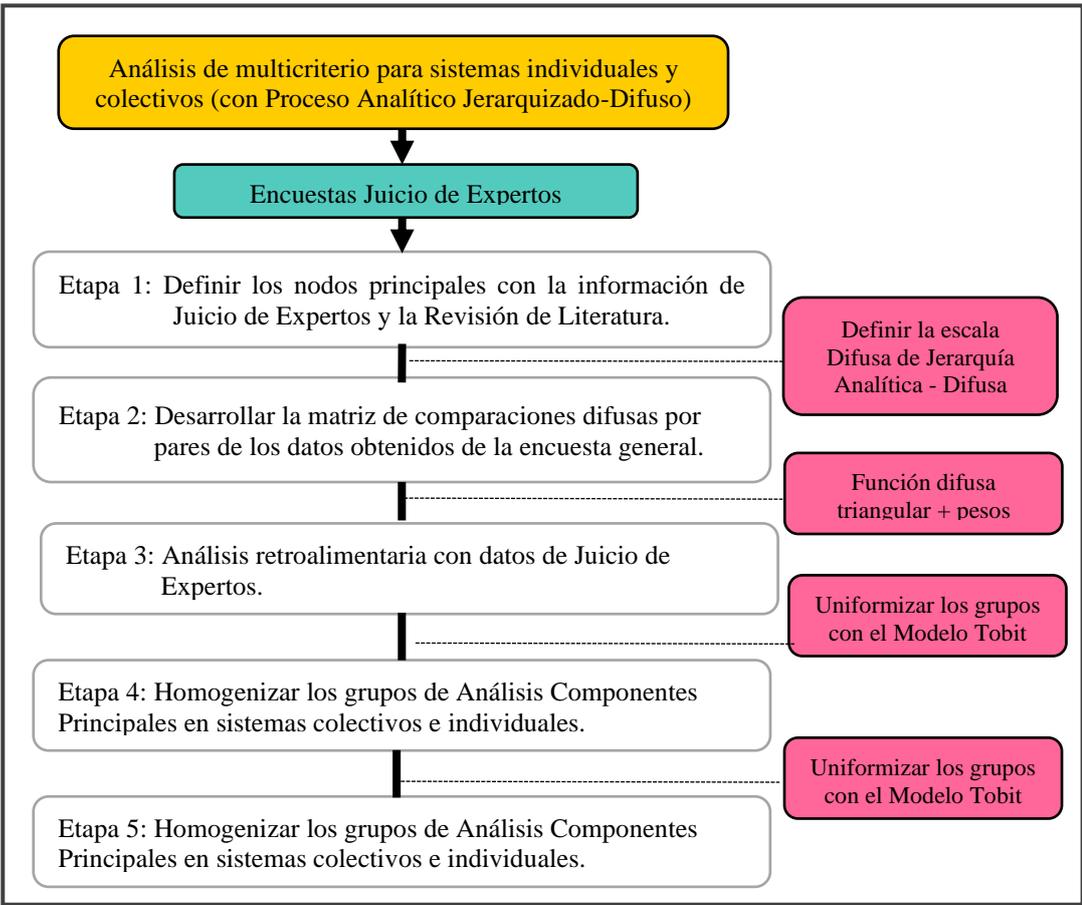


Figura 21: Proceso metodológico en para la evaluación de los criterios de decisión en sistemas de conservación individual y colectivo

A continuación, se detalla cada uno de los pasos desarrollados en el análisis para identificar los criterios más representativos en los sistemas de conservación individual o colectivo.

a. Primero: Definición de escala de operación relacionados a la puntuación

La asignación de puntuación a cada criterio por el decisor (agricultor) y el Juicio de Expertos, la estala fue de respuesta tipo Saaty que tomó valores de 1 a 5 (Tabla 9).

Tabla 9: Escala del Proceso de Jerarquía Analítica - Difusa

Categoría	Escala Saaty	Números triangulares difusos	Números triangulares difusos recíprocos
Igual de importante	1	(1,1,1)	(1,1,1)
Igual a ligeramente importante	2	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
Ligeramente importante	3	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
Muy importante	4	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
Extremadamente más importante	5	(4,5,5)	(1/5,1/4)

Asimismo, se identificó los tres criterios principales y nueve sub-criterios por revisión de literatura como objetivos, criterios y alternativas de conservación *in situ* de la diversidad nativa de quinua para la decisión de participar en los PSCA en sistemas colectivos e individuales.

Así mismo, se detalla que cada encuesta llenada es un tomador de decisión, por lo tanto, se cuenta con un total de 315 tomadores de decisiones entre individuales (201) y colectivos (114). La lista es denotada con la letra para cada sistema agrícola E_i (individuales) y E_c (colectivos), así:

$$E_i = e_z \forall z \in \{1, 2, 3 \dots k_i\} \text{ y } E_c = e_z \forall z \in \{1, 2, 3 \dots k_c\}$$

b. Segundo: Establecimiento de la estructura de jerarquía

Según la literatura revisada previamente, se señala que los agricultores que albergan la diversidad intraespecífica e interespecífica no optimizan sus decisiones en base a un solo criterio, sino que, generalmente pretenden mantener un equilibrio entre un conjunto de criterios, es decir que les atribuyen pesos ponderados a los diferentes criterios en su sistema de producción. Por lo tanto, para evaluar los juicios se necesita plantear un proceso que capture los múltiples criterios que cada jerarquía asigna según la experiencia, es en esta etapa del proceso metodológico que se recurrió a utilizar el método AHP-D.

c. Tercero: Establecimiento de matrices de criterios de comparación difusa por pares.

Las escalas fundamentales de juicios que se planteó en la encuesta fueron con la escala de Saaty de cinco niveles (1 a 5), es una escala de importancia que se tomó como alternativas en la encuesta. Sin embargo, para el análisis se ha tomado la propuesta de Afolayan *et al.* (2020), es decir, estos juicios se expresan mediante números difusos triangulares por su eficacia. Por lo tanto, suponemos que todos los juicios de comparación por pares representan números difusos triangulares, así:

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \text{ tal que } l_{ij} \leq m_{ij} \leq u_{ij}$$

Donde:

\tilde{a}_{ij} : Es el número difuso.

l_{ij}, m_{ij}, u_{ij} : Muestran el valor mínimo posible, más probable y máximo posible de un número difuso.

Entonces, la función de número triangular difuso de \tilde{a}_{ij} se representa así:

$$\mu_A(\tilde{a}_{ij}) = \begin{cases} \frac{\tilde{a}_{ij} - l_{ij}}{m_{ij} - l_{ij}} & l_{ij} \leq m_{ij} \leq u_{ij} \\ \frac{u_{ij} - \tilde{a}_{ij}}{u_{ij} - m_{ij}} & l_{ij} \leq m_{ij} \leq u_{ij} \\ 0 & \tilde{a}_{ij} \notin \langle l_{ij}, u_{ij} \rangle \end{cases}$$

$$l_{ij} = \min(\tilde{a}_{ij}); m_{ij} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \tilde{a}_{ij}}$$

$$u_{ij} = \max(\tilde{a}_{ij})$$

Por tanto, la matriz de ponderaciones respecto los criterios principales de decisión, mide a partir de los juicios de comparación por pares. Se realizó comparaciones entre subjetivos, de esta manera se construyó una matriz de valoración para cada k individuo. La matriz A, que representa a la matriz difusa de e preferencia del custodio (tomador de decisiones) que decide i -ésima criterio sobre una j -ésima criterio consiste en la siguiente estructura:

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$$

$$= \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ 1 & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) \\ \left(\frac{1}{u_{12}}, \frac{1}{m_{21}}, \frac{1}{l_{21}}\right) & 1 & \dots & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \left(\frac{1}{u_{in}}, \frac{1}{m_{1n}}, \frac{1}{l_{1n}}\right) & \left(\frac{1}{u_{2n}}, \frac{1}{m_{2n}}, \frac{1}{l_{2n}}\right) & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Donde:

C_n : es el criterio individual

$\tilde{a}_{ij} = 1: \forall i=j$; $\tilde{a}_{ij} = \frac{1}{\tilde{a}_{ji}}: \forall i \neq j$, por lo tanto, \tilde{a}_{ij} es la evaluación difusa entre el criterio i y el criterio j del decisor e_i y e_c .

Al método AHP-D, fue factible ampliar el análisis con el juicio de expertos sobre los criterios de decisión (Ayhan 2013, Afolayan *et al.* 2020). Los juicios de expertos pueden desempeñar un papel muy importante en la adopción de un marco o programa nacional de conservación de recursos genéticos, así este debe ser diverso, así obtener la información necesaria para evaluar el potencial de un indicador multicriterio (Wainwright *et al.* 2019). Ayhan (2013), planteó un proceso para añadir la preferencia de expertos en el enfoque PAJ-D, así.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{i=1}^n (\tilde{a}_{ij}) \right)^{1/n}$$

Donde:

\tilde{r}_i : es la media geométrica de los valores de comparación difusos

Finalmente se determinó los pesos difusos de cada criterio de decisión, para ello se sigue las indicaciones de Afolayan *et al.* (2020).

$$\sum_i^n \tilde{r}_i = (\tilde{r}_{i1} \oplus \tilde{r}_{i2} \oplus \dots \oplus \tilde{r}_{in})$$

Así es se requiere encontrar la potencia de vector de suma, pero en orden creciente, por lo tanto, se le eleva a la potencia de (-1), consiguientemente, se calcula el peso difuso relativo del criterio i :

$$\tilde{w}_i = (\tilde{r}_{i1} \oplus \tilde{r}_{i2} \oplus \dots \oplus \tilde{r}_{in}) = l\tilde{w}_i, m\tilde{w}_i, u\tilde{w}_i$$

Donde:

\tilde{w}_i : Es el peso relativo difuso de los criterios de decisión.

$l\tilde{w}_i$: Es el valor mínimo posible.

$m\tilde{w}_i$: Es el valor más probable.

$u\tilde{w}_i$: Es el valor máximo posible de un número difuso.

Para liberar lo difuso de peso relativo (\tilde{w}_i), aplicó el método Centro de Área citado por Ayhan (2013).

$$M_i = \frac{l\tilde{w}_i \oplus m\tilde{w}_i \oplus u\tilde{w}_i}{3}$$

Entonces, el método consiste en obtener el peso relativo no difuso de cada criterio (M_i), la matriz M_i fue normalizada, así se transforma una matriz $F = [f_i]$, por lo tanto, f_i son las ponderaciones no difusas y ya normalizadas. Posteriormente, se determinó los vectores de ponderaciones de criterios, lo que, los componentes de vectores de peso [w_i], se calculan con la siguiente formula:

$$w_i = \frac{f_i}{n} \forall i \in \{1,2, \dots, n\} \rightarrow w_i = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \rightarrow W_{\substack{\text{individual/} \\ \text{Colectivo}}} = \frac{\sum_{i=1}^j w_i}{n} \times 100$$

Dado que hay más de un tomador de decisiones, las ponderaciones de prioridad de cada tomador de decisiones con respecto a los criterios se agregaron y promediaron, así se obtuvo las ponderaciones de prioridad finales para cada criterio W_i (sistema agrícola individual) y W_c (sistema agrícola colectivo).

Los cálculos de los pesos ponderados para cada decisor fueron realizados con la utilización del software R-Studio (Ver. 4.1.1) con la aplicación del paquete “FuzzyAHP” para obtener los pesos de los agricultores por criterios ya normalizados.

d. Cuarto: Segmentación de los sistemas agrícolas y simplificación de actitudes

Con los pesos obtenidos por criterios en la etapa anterior, se validó los constructos que agrupa las actitudes del decisor, asociados a cada preferencia por la variedad de quinua para cultivar (nativa o comercial), en cada uno de los sistemas (individuales y colectivos), así, la reducción de los mismos datos se realizó a través de los Análisis de Componentes Principales (ACP), a fin de separar las variables que se solapan (Uriel y Manzano 2002), esta técnica multivariada analizó información que representa la descripción de las variables dependientes y generalmente están interrelacionadas (Abdi y Williams 2010). Finalmente, se determinó el número de componentes principales en cada sistema agrícola, del cual se capturó los componentes cuya varianza total explicada fue mayor al 70 % en cada sistema agrícola.

e. Quinto: Estandarizando la heterogeneidad de los criterios de los componentes principales

Puesto que, asumir una homogeneidad dentro de los segmentos de los agricultores en cada sistema agrícola de conservación respecto a sus decisiones multicriterio es poco realista

debido a la naturaleza de su heterogeneidad agrario (Sánchez *et al.* 2017). Por ello, se analizó la heterogeneidad de los objetivos de los agricultores, ya que, se cuenta con información propia de los agricultores y otras variables de los aspectos socioeconómicas.

Del proceso anterior, para homogenizar los objetivos entre cada segmento de custodios de la diversidad de quinua nativas respecto a las variedades comerciales con base en su estructura de formación en sistema individual o colectivo, en relación a los objetivos, aquellos que marcaron sus decisiones de conservación de RFAA, se ha estandarizado mediante un modelo Tobit, el cual permite explicar cuando no todos los individuos del grupo se comportan de la misma manera, o como datos censurados (Barros *et al.* 2018), así se evaluó la variable dependiente al objetivos del agricultor y como explicativas a las variables socio-económicas característico a la UA. Se ha utilizado el modelo Tobit debido al carácter de la variable dependiente objetivo relativo censurada entre 0 a 100 por ciento. Así, el modelo para cada grupo de componente principal en el sistema individual o colectivo es por Y_i^* y las variables socioeconómico para la evaluación del modelo Tobit se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: variables socioeconómicas de la unidad agrícola consideradas para el análisis con el modelo Tobit

Variables	Unidad
IngresoVentaQuinua	Ingreso de venta de quinua soles
Integrantes_familia	Número de miembros que permanecen
TotalQuinua_ha	Número de hectáreas sembradas
TitExp	Titular de la unidad agrícola (0: No, 1: Si)
Asoc_Organico	Participación en organización (0: No, 1: Si)
Uso_tractor	Indica si usa tractor en la UA (0: No, 1: Si)
Años_Educación	Número de años de estudio del titular
Actividad_neta	Actividades de jefe de familia

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_1 \text{IngresoVentaQuinua} + \beta_2 \text{IntegrantesFamilia} + \beta_3 \text{TotalQuinua} + \beta_4 \text{Titular} + \beta_5 \text{UsoTractor} + \beta_6 \text{AñosEducación} + \beta_7 \text{ActividadNeta} + U_i$$

Dónde:

Y_i^* : Variable dependiente objetivo del agricultor en base a los factores de decisión en sistema individual o colectivo.

β_0 : Constante

$\beta_1 \dots \beta_7$: Parámetros

IngresoVentaQuinua... ActividadNeta : Variables socio – económicas de la unidad agrícola.

El indicador para cada variable de esta prueba fue de *p-value* con nivel de significancia del 0.05 y al 95 por ciento de confianza, por lo tanto, el grado de significancia de las variables quienes confirmaron que los grupos de agricultores difieren de los factores en la toma de sus decisiones o no en cada componente principal. Además, los coeficientes de las variables independientes que fueron consideradas dentro de cada modelo, sus errores estándar, así como su correspondiente prueba de significancia a través de la prueba z, los cuales finalmente se contrastaron las siguientes hipótesis estadísticas para cada uno de los modelos evaluados con la prueba estadística de Wald¹⁹ o razón de verosimilitud:

H_0 : El coeficiente β_i es significativamente igual a cero

H_a : El coeficiente β_i no es significativamente igual a cero

El análisis del modelo Tobit se desarrolló utilizando el software R Project.

3.5.2. Construcción de un enfoque metodológico para el cálculo de los beneficios por la conservación *in situ* de la diversidad genética de quinua

En efecto, la conservación *in situ* en las chacras (conservación de *facto*), claramente depende de la existencia de los custodios y su participación activa de ellos, además, de los incentivos que ellos capturan por la disposición de continuar con dicha actividad (Bellon *et al.* 2015 a). Por ende, los esquemas de incentivos se basan en mecanismos multidimensionales apropiados en la medida que enfrenten a un sistema dinámico por interacciones continuas entre fuerzas (económicas, social y ambientales), así generar beneficios públicos y privados (Zimmerer y De Haan 2017, Gotor *et al.* 2017, Asfaw *et al.* 2019). Para el análisis se basó en la teoría propuesta por Bellon *et al.* (2015 a) quienes señalan que los programas de compensación deben crear incentivos privados, para que los

¹⁹ La prueba de Wald es una prueba estadística paramétrica, la cual examina la significancia estadística de los respectivos coeficientes β , los cuales permiten calcular los intervalos de confianza para las estimaciones de los parámetros.

custodios continúen manteniendo la diversidad de los cultivos agrícolas y así proveer los beneficios públicos, es decir, existe una relación funcional entre los beneficios privados de la diversidad genética conservada por los custodios en sus chacras y la provisión de beneficios públicos por sí mismos. El análisis se realizó siguiendo las etapas que se muestran en la Figura 22.

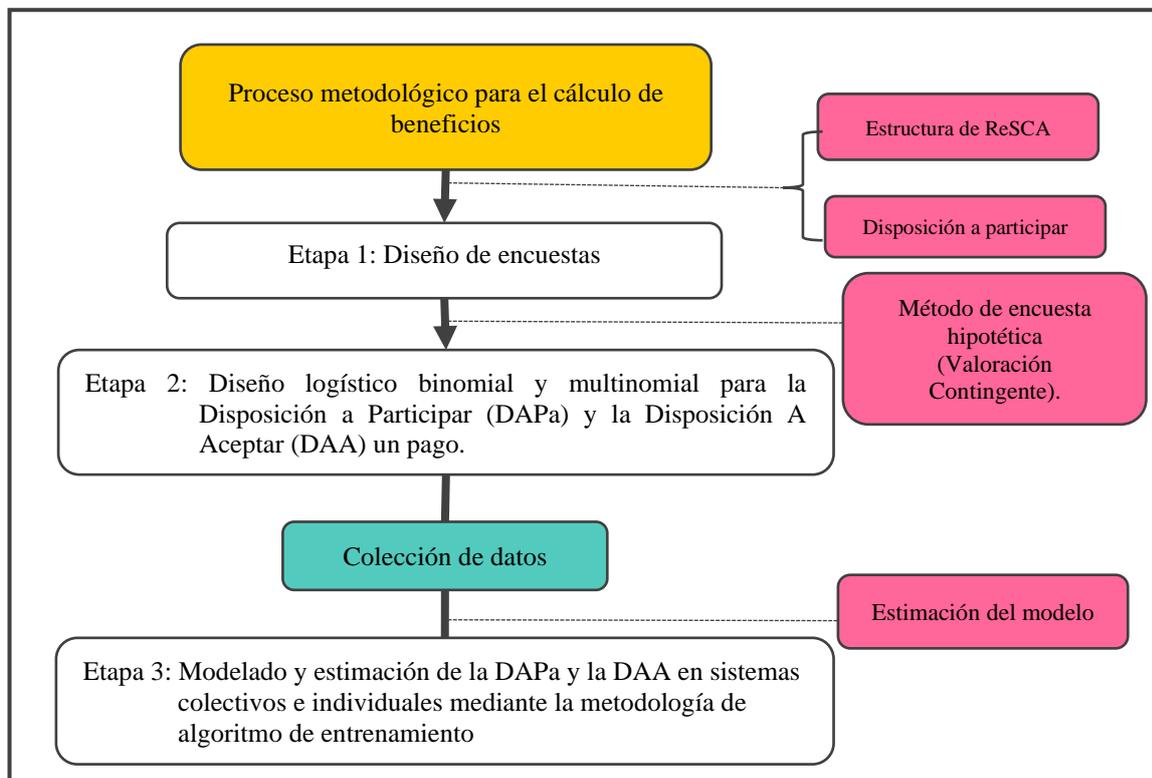


Figura 22: Proceso metodológico para evaluar el beneficio de la conservación *in situ* de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo

a. Primero: Diseño de la encuesta y la colección de información

Según la referencia teórica, los agricultores que participan activamente en los procesos de los mecanismos de compensación, obtienen niveles más altos de diversidad de variedades nativas conservadas (Narloch *et al.* 2011, Gotor *et al.* 2017). Como también, es posible que los agricultores que aceptan participar en los programas de conservación sean los que valoran más la diversidad nativa, de modo que, identificar la participación de agricultores que valoran la diversidad nativa de los cultivos es bastante deseable para los esquemas de compensación (Gotor *et al.* 2017), ya que, permite que los programas de conservación *in situ* logren disminuir los costos de implementación, por lo tanto, disminuir los beneficios marginales que ofrece los esquemas de incentivos para conservar la diversidad del cultivo (Bellon *et al.* 2015 a).

El diseño de encuesta tomó como herramienta a la Valoración Contingente con formato de subasta, el análisis de beneficios se realizó con la Disposición a Participar en el PSCA de RFAA del cultivo de quinua (DAPa), así mismo calculamos el beneficio atribuido por la participación en el esquema mediante la Disposición a Aceptar un pago (DAA) mínimo en el sistema agrícola individual y colectivo. La DAA fue subastada directamente al jefe de la UA bajo esos escenarios de esquema requerido (Tabla 11), para esta construcción se tomó como punto de partida el esquema ReSCA (Drucker y Ramirez 2020, Drucker *et al.* 2021).

Tabla 11: Esquemas de pagos por servicios de conservación *in situ* de quinua subastados

Ítems	Esquema A	Esquema B	Esquema C (actual)
Tiempo de contrato	1 anual	3 años	Sin contrato
Soporte profesional	Asistencia especializada	Asistencia especializada	Sin soporte profesional
Estructura del sistema de conservación	Sistema articulado con el programa (individual / colectivo)	Sistema articulado con el programa (individual / colectivo)	Sistema actual (individual / colectivo)

b. Segundo: *Especificaciones del modelo para Disposición a Participar en los esquemas de conservación y Disposición a Aceptar un incentivo por conservar*

La idea es reconocer el comportamiento normal de los custodios frente a los incentivos en un esquema de PSCA. Se analizó a los agricultores del sistema agrícola individual y colectivo en el contexto específico en los que se desarrollan; siguiendo a la teoría propuesta por los investigadores (Gotor *et al.* 2017, Asfaw *et al.* 2019), que trata de identificar y evidenciar las mejoras en los beneficios privados con los programas de incentivos, el cual permite obtener una mejor eficiencia en los beneficios públicos en los esquemas de PSCA.

Para los casos de Disposición a Participar (DAPa) y Disposición a Aceptar (DAA) un pago mínimo por proveer el servicio de conservación se analizaron mediante el modelo logístico multinomial en cada sistema (individual y colectivo) para explorar la relación entre las preferencias con el esquema PSCA de provisión del servicio de conservación de la diversidad genética nativa de quinua y sus parientes silvestres, debido a su categoría multinomial y ordinal de la variable dependientes DAPa fue dado por la escala Likert: Nunca consideró (0), es probable que no acepte (1), indiferente (2), probablemente acepte (3) y extremadamente dispuesto (4). Para el análisis se adoptó el enfoque propuesto por Wei *et al.* (2016) y Wei *et al.* (2020) quienes emplean un modelo logit ordinal para capturar

la naturaleza de la importancia del orden de su respuesta en la evaluación de las percepciones frente a un programa de compensación.

La identificación de los beneficios privados obtenidos por las UA por participar en el programa de conservación fue calculada por la DAA, por lo tanto, la variable dependiente tiene el carácter de categoría ordinal con la siguiente escala Likert: 0 (No incentivo/No voluntad), 1 (S/. 1,000 - S/. 1,700/ ha), 2 (S/. 1,701 - S/. 2,400 /ha), 3 (S/. 2,401 - S/. 3,100 /ha), 4 (S/. 3,110 - S/. 4,500 /ha) y 5 (S/. 4,510 - S/. 5,200 /ha), información que fue tomado como referencia inicial del programa ReSCA y establecido después de la prueba piloto. Así se derivó la siguiente fórmula para la DAA.

Las variables independientes incluidas en el análisis de la DAPa y la DAA se describen brevemente en la Tabla 12, los cuales se dividen en tres grupos relacionados a la información general de la UA (*Información*), Información de la producción del cultivo (*Producción*), y percepción a los programas agroambientales y/o esquemas planteados para la implementación del programa de incentivos a la conservación de la agrobiodiversidad (*Percepción*).

Tabla 12: Variables independientes evaluados en el modelo logístico multinomial

	Variable	Descripción*
Información (Individual y colectivo)	Sexo	Sexo del jefe de la unidad agrícola: Femenino, Masculino
	Edad	Edad del jefe de la unidad agrícola
	Integrantes de familia	Número de integrantes que viven actualmente en la unidad agrícola
	Ocupación	Actividad neta del jefe de la unidad agrícola
	Nivel de educación	Nivel de educación que realizó el agricultor jefe de la unidad.
	Ingreso mes	Ingreso fuera de la agricultura (1=Nada), (2 = menos de 250 soles/mes) y (3= más de 250 soles/mes)
	Fuente de ingreso	Principal actividad para el ingreso económico de la UA (1= agricultura, 2=Agropecuaria, 3=Negocio local, 4= Remesas, 5 = Artesanía, 6 = Institución pública y 7= otros).
	Idioma Nativo	Idioma nativo del jefe de familia (Quechua, Aymara)
	Altura geográfica	Ubicación de la unidad agrícola en msnm.
	Distancia al mercado	Distancia en km ² de la unidad agrícola al mercado local donde venden sus productos de quinua.
Producción (Individual y colectivo)	Cultivos importantes	Tres cultivos más importantes (Cañihua, papa, haba, avena, cebada, chocho, Izaño, alfalfa).
	Rendimiento quinua comercial	Promedio total de las variedades comerciales en kg/ha.
	Rendimiento quinua nativa	Promedio total de las variedades nativas en kg/ha.
	N° de quinua comercial	N° de variedades comerciales
	N° de quinua nativa	N° de variedades nativas

<<Continuación>>

	Precio/kg Comercial	Precio promedio de las variedades comerciales en el mercado local
	Costo/kg Nativa	Precio promedio de las variedades nativas en el mercado local
	Selección de la semilla	Encargado de realizar la selección (1 = Hombre, 2 = Mujer, 3 = compró de mercado local, 4 = compró de institución).
Percepción (Individual y colectivo)	Recibió incentivo	Participación en programa agroambiental pasado (0: No, 1: Si)
	N° quinuas nativas que cultivaría	0 = No cultivaría, cultivaría 1, cultivaría 2, cultivaría 3, cultivaría 4, cultivaría 5, cultivaría 6
	Esquema DAA	No cultivaría 0, Esquema 1, Esquema 2, Esquema 1

*Para todos los modelos evaluados de la DAPa Y la DAA se consideraron como la categoría de referencia cada variable

- **Especificación del modelo de la Disposición a Participar**

Así se derivó la siguiente fórmula para la DAPa.

$$Prob (DAPa_{i=j}) = P_{ij} = \frac{\exp^{\beta_j X_i}}{\sum_{j=0}^{j=1} \exp^{\beta_j X_i}}$$

Donde ordinal $\alpha_0 < \alpha_1 < \dots < \alpha_j$ puesto que j tiene el valor máximo de 4 ($j + 1$) alternativas, que se estiman junto con β . Para el caso sencillo de un modelo en el que la variable dependiente presenta 5 posibles alternativas de elección, la probabilidad asociada a cada una de las alternativas tomaría la siguiente expresión:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i} + \exp^{\alpha_2 + \beta_2 X_i} + \exp^{\alpha_3 + \beta_3 X_i} + \exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i}}$$

$$P_1 = \frac{\exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i}}{1 + \exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i} + \exp^{\alpha_2 + \beta_2 X_i} + \exp^{\alpha_3 + \beta_3 X_i} + \exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i}}$$

$$\vdots$$

$$P_4 = \frac{\exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i \dots}}{1 + \exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i} + \exp^{\alpha_2 + \beta_2 X_i} + \exp^{\alpha_3 + \beta_3 X_i} + \exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i}}$$

Con

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1$$

La representación del modelo para el sistema agrícola individual y colectivo en la DAPa entre la alternativa de referencia y la alternativa j fueron:

- Sistema agrícola individual:

$$\text{Logit} \left(\frac{P_{DAPa.ij}}{P_{DAPa.i0}} \right) = \alpha_j + \beta_1 \text{Información} + \beta_2 \text{Producción} + \beta_3 \text{Percepción}$$

- Sistema agrícola colectivo:

$$\text{Logit} \left(\frac{P_{DAPa.ij}}{P_{DAPa.i0}} \right) = \omega_j + \beta_1 \text{Información} + \beta_2 \text{Producción} + \beta_3 \text{Percepción}$$

Donde:

$P_{DAPa.ij}$: Variable categórica ordinal de disposición a participar (colectivos e individuales).

Individual : Vector de características individuales de la unidad agrícola.

Producción : Vector actividades de producción e ingreso familiar

Percepción : Vector de la percepción que consiste en dos variables de interés.

- **Especificación del modelo de la Disposición a Aceptar un pago**

Así la probabilidad para cada respuesta categórica de la DAA en sistemas individuales y colectivos son expresadas por la siguiente expresión.

$$\text{Prob} (DAA_{i=j}) = P_{ij} = \frac{\exp^{\beta_j X_i}}{\sum_{j=0}^{j=5} \exp^{\beta_j X_i}}$$

Donde para el caso sencillo de un modelo en el que la variable dependiente presenta 5 posibles alternativas de elección ($j + 1$), la probabilidad asociada a cada una de las alternativas tomaría la siguiente expresión:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i} + \exp^{\alpha_2 + \beta_2 X_i} + \exp^{\alpha_3 + \beta_3 X_i} + \exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i} + \exp^{\alpha_5 + \beta_5 X_i}}$$

$$P_1 = \frac{\exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i}}{1 + \exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i} + \exp^{\alpha_2 + \beta_2 X_i} + \exp^{\alpha_3 + \beta_3 X_i} + \exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i} + \exp^{\alpha_5 + \beta_5 X_i}}$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$P_5 = \frac{\exp^{\alpha_5 + \beta_5 X_i}}{1 + \exp^{\alpha_1 + \beta_1 X_i} + \exp^{\alpha_2 + \beta_2 X_i} + \exp^{\alpha_3 + \beta_3 X_i} + \exp^{\alpha_4 + \beta_4 X_i} + \exp^{\alpha_5 + \beta_5 X_i}}$$

Con:

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 1$$

Por lo tanto, las ecuaciones de estimación entre la alternativa de referencia (0) y la alternativa j fueron para la DAA el mínimo monto de compensación, se describe de la siguiente manera:

- Sistema agrícola individual:

$$\ln \left(\frac{P_{DAA,ij}}{P_{DAA,i0}} \right) = \alpha_{1j} + \beta_{1j} \text{Información}_{1i} + \beta_{2j} \text{Producción}_{2i} + \beta_{3j} \text{Percepción}_{3i}$$

- Sistema agrícola colectivo:

$$\ln \left(\frac{P_{DAA,ij}}{P_{DAA,i0}} \right) = \omega_{1j} + \delta_{1j} \text{Información}_{1i} + \delta_{2j} \text{Producción}_{2i} + \delta_{3j} \text{Percepción}_{3i}$$

Donde:

DAA : Es el logaritmo del monto de compensación declarado por el encuestado para la licitación del servicio de conservación de la diversidad nativa de quinua y sus parientes silvestres en sistemas colectivos e individuales.

Individual : Vector de características individuales de la unidad agrícola.

Producción : Vector actividades de producción e ingreso familiar

Percepción : Vector de la percepción que consiste en dos variables de interés.

c. Tercero: Modelado y estimación del modelo logístico multinomial

Se estimó los modelos logit multinomial (RLM) para la DAPa y la DAA un pago mínimo por cada sistema agrícola individual y colectivo. El RLM es una extensión del modelo logístico-binaria. Es efectivo cuando se predice una variable dependiente categórica policotómica. Por lo tanto, se estimaron los modelos mediante el método de algoritmo de clasificación (Kassambara 2018), este método busca la precisión general del modelo, el cual, consiste en dividir la data en dos partes en data de entrenamiento que fue el 70 por ciento del total de la data y data de prueba fue el 30 por ciento del total de la data con una semilla (set.seed) de 2022 en el software estadístico (Figura 23).

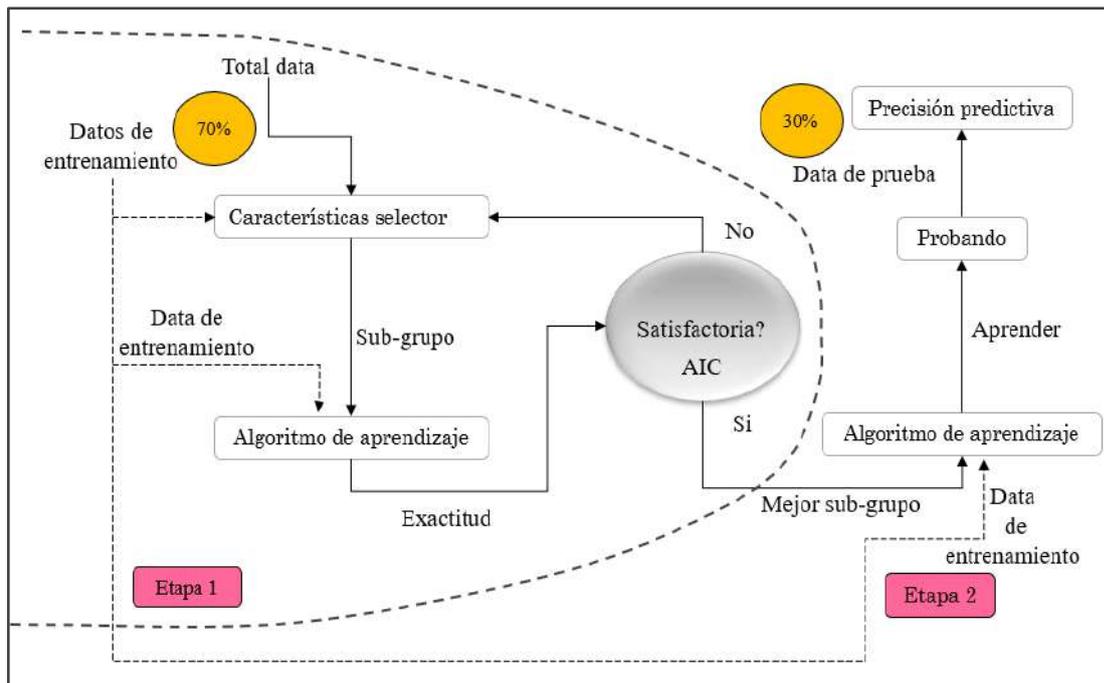


Figura 23: Proceso del método estadístico del modelo Logístico multinomial

Fuente: Elaborado en base a la información de Kassambara (2018)

Para la construcción del modelo RLM, se estableció el primer nivel de la variable dependiente como línea de base. Una vez especificado la línea de base, se procedió a ajustar el modelo y explorar los coeficientes beta del modelo de entrenamiento, así se evaluó el potencial de las variables para la DAPa y la DAA. La evaluación de la significatividad del modelo estimando fue solo al incluir la constante, así, se midió la *bondad de ajuste* del modelo total mediante el estadístico de Chi-cuadrado. La calidad de ajuste del modelo de entrenamiento se evaluó mediante el criterio de Información de Akaike (AIC), el cual evalúa al modelo, cuanto más pequeño es el AIC tendrá un mejor ajuste. La elección de las variables independientes fue por el método *forward selection*, finalmente la evaluación del modelo de entrenamiento con la data de prueba.

El software que se utilizó en el análisis estadístico para los modelos de DAPa y DAA de este apartado fue el R Studio. Se utilizó el paquete “tidyverse” para la manipulación de los datos, “nnet” para estimar el total del modelo DAPa y DAA con la data de entrenamiento, “caret” muestra la importancia de las variables, y “atargazer” para la significatividad de los parámetros y la obtención de los *risk ratios* (exp^{β}) del modelo estimado.

3.5.3. Identificación de los costos de oportunidad en la conservación *in situ* de la diversidad genética de quinua

Existe muy poca información sobre los costos de conservación *in situ* de los recursos genéticos por los agricultores en sus chacras. Esto limita la comprensión y eficiencia de los Pagos por Servicios de Conservación de Agrobiodiversidad (PSCA) a nivel de la focalización y las escalas de agricultores, además, al no considerar la apreciación de la heterogeneidad de los costos y beneficios unitarios, limita a los programas de conservación en seleccionar a los proveedores del servicio. Por otro lado, Drucker y Ramirez (2020) realizaron una evaluación de control de avance del enfoque de PSCA en el Perú denominado ReSCA (2010), así muestran que hasta la fecha se ha recuperado la diversidad nativa del cultivo de quinua en peligro de extinción en el 45 por ciento de lo propuesto al inicio del programa. El proceso del enfoque metodológico desarrollado para este tercer capítulo del presente trabajo de investigación, el cual se muestra en la Figura 24.

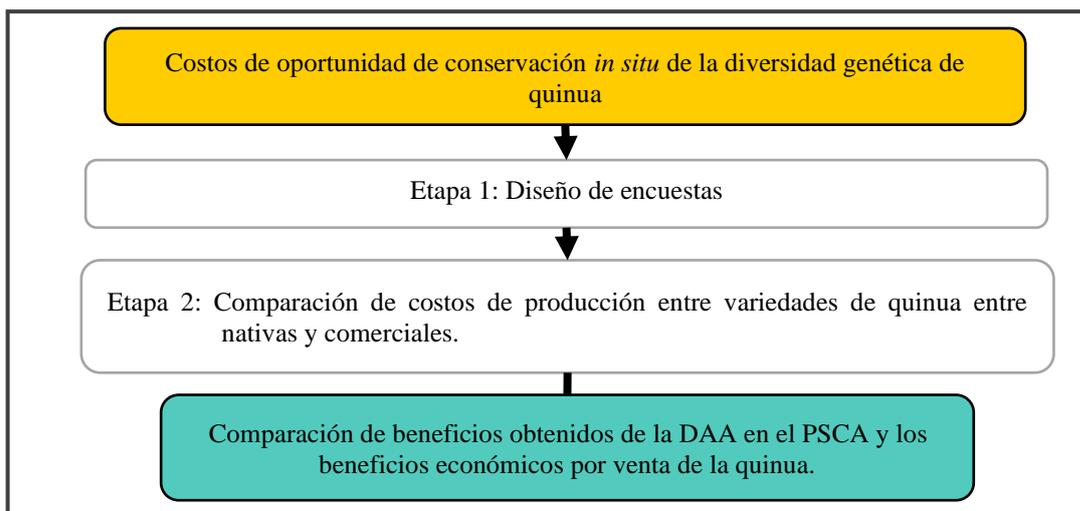


Figura 24: Proceso metodológico para evaluar el costo de conservación *in situ*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se presentan los resultados; primero se presenta la información descriptiva de los sistemas agrícolas de quinua en el Departamento de Puno. Segundo, se muestra los resultados del primer objetivo de la investigación que trata de la jerarquización de los factores de decisión por los agricultores custodios al elegir la variedad nativa frente a la comercial, y su comparación con los pesos atribuidos por los expertos, además, se demuestra la heterogeneidad tipológica dentro de cada sistema agrícola en base a los factores de decisión. Tercero, se muestra los resultados del segundo objetivo sobre, la disposición a participar (DAPa) en un programa de servicio de conservación de agrobiodiversidad (PSCA) y el modelo predictivo para identificar la disposición a aceptar (DAA) un pago mínimo a modo de alternativa de beneficio privado y costo de oportunidad real como proveedor del servicio de conservación de variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres en el Departamento de Puno. Cuarto, se realizó un análisis del costo de oportunidad económico para el agricultor custodio por cultivar la variedad nativa frente a la variedad comercial y la respuesta económica del agricultor custodio frente al PSCA. Finalmente, se realizó la discusión a los resultados.

4.1. INFORMACIÓN DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE QUINUA EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO

4.1.1. Sistemas agrícolas individual y colectivo de producción de quinua en el Departamento de Puno

En la zona de estudio se han identificado hasta cinco nombres que le atribuyen los agricultores al sistema colectivo al que pertenece, siendo este de acuerdo con la zona o sectores territoriales como: *Aynokas* (en zonas aimaras), *Terreno comunal*, *Ayni*, *Laymes* o *Parcelarías* (zonas quechuas).

Sobre la base de las encuestas realizadas en el Departamento de Puno en junio de 2021, se muestra que existe más número de agricultores en sistemas individuales que colectivos, aproximadamente el 50 por ciento de los agricultores de quinua encuestados fueron pertenecientes al sistema individual ubicados en la zona quechua, mientras que en zonas ay_

maras se registró mayor número de agricultores colectivos que individuales. Este resultado concuerda con los señalado por Huanca *et al.* (2015) quienes señalan que en la zona aymaras de los Andes del Altiplano los sistemas colectivos se mantienen a lo largo de las décadas, ya que, son resilientes debido a que han logrado superar retos que de forma individual habrían sido difíciles.

También de las encuestas se revelan que, en las zonas quechuas resalta el número de agricultores de sistemas individuales, hallazgo que se verifica con el reporte de otros estudios sobre conflictos emergentes del auge de la demanda de quinua en el mundo que tiene un impacto negativo sobre las acciones colectivas, ya que, a medida que el agricultor expande su producción se muestra una creciente heterogeneidad de objetivos en las unidades agrícolas, lo que estaría dando lugar a la individualización (Walsh-Dillely 2016, Bedoya-Perales *et al.* 2018 a, 2018 b).

Lo anterior, podría ser explicado por la teoría de acción colectiva que subyace principalmente sobre la capacidad de los agricultores para superar los dilemas sociales y reducir los costos de transacción (Villamayor-Tomas *et al.* 2019), no obstante, los dilemas surgen cuando los intereses de la colectividad no están alineados a los intereses individuales, pues por la presión de la demanda de quinua se muestra una mayor heterogeneidad de intereses de los agricultores de quinua (Narloch *et al.* 2017).

La descripción profundizada de ambos tipos de sistemas aflora las verdaderas voluntades de los agricultores, siendo importante resaltar las características de las unidades agrícolas identificadas debido a que la conservación de la agrobiodiversidad es planteada en un contexto de esquemas de servicios de conservación por intervenciones externas. Así, en la Tabla 13, también se observa las características de las UA encuestadas como el número de integrantes donde se muestra que la zona quechua (4.1 promedio) tiene mayor número de integrantes a la zona Aymara (3.25 promedio). También, el análisis descriptivo de los encuestados muestra la edad de los jefes de familia, se observar que en las zonas aymaras en ambos sistemas (colectivo e individuales) los jefes de la UA son mayores (54.6 años) a los agricultores de la zona quechua (48.7 años). Además, en la zona quechua tanto en el sistema individual como el colectivo es representado por el género femenino como jefe de familia, mientras que en las zonas aymaras son más representativos el género masculino.

Tabla 13: Segmentación de agricultores por sistemas agrícolas individuales y colectivos

Sistema de conservación	Idioma nativo	Total de encuestados	N° Integrante Familiar	Edad (\bar{X})	Género	
					F %	M %
Individual 201 (64 %)	Quechua	157 (50 %)	4.1	47.6	51.0	49.0
	Aymara	44 (14 %)	3.9	56.8	31.8	68.2
Colectivos 114 (36 %)	Quechua	60 (19 %)	4.1	49.7	51.7	48.3
	Aymara	54 (17 %)	2.6	52.3	31.5	68.5
Media (\bar{X})		[315]	3.7	51.6	45.1	54.9
Mínimo		-	1	20	-	-
Máximo		-	9	90	-	-
Desviación Estándar		-	1.469	12.994	-	-

Nota: Número de color naranja muestran las informaciones más resaltantes

4.1.2. Producción y rendimiento de quinua

Respecto al rendimiento de la producción de quinua de las variedades nativas y las variedades comerciales en el Departamento de Puno, existen amplias diferencias (Figura 0), siendo las nativas mucho menores que las comerciales, valores que toman de 529.2 kg/ha y 890.4 kg/ha respectivamente, estos valores son inferiores a los registrados por Rosas (2015) quien reportó entre 1,500 kg/ha a 3,500 kg/ha de las variedades comerciales; asimismo, Cruz (2019) en sistemas de producción de quinua orgánica 1,200 kg/ha y en sistemas tradicionales reportó entre 1,100 a 1,200 kg/h. Asimismo, de los datos obtenidos de la encuesta, podemos señalar que las variedades nativas registraron mayor rendimiento en la zona Quechua frente a la zona Aymara, caso similar se registra para las variedades comerciales, siendo la zona Quechua con mayor rendimiento que la zona Aymara indistintamente del tipo de sistema agrícola al que pertenece (individual y colectivo).

En la Figura 25, también se muestra la comparación de rendimiento por sistemas agrícolas, donde, las UA aymaras del sistema colectivo muestran un mayor rendimiento para variedades nativas frente a los aymaras del sistema individual con una diferencia de 33.4 kg/ha, mientras que las UA quechuas del sistema individual registran un mayor rendimiento que las UA quechuas del sistema colectivo con una diferencia de 7.1 kg/ha.

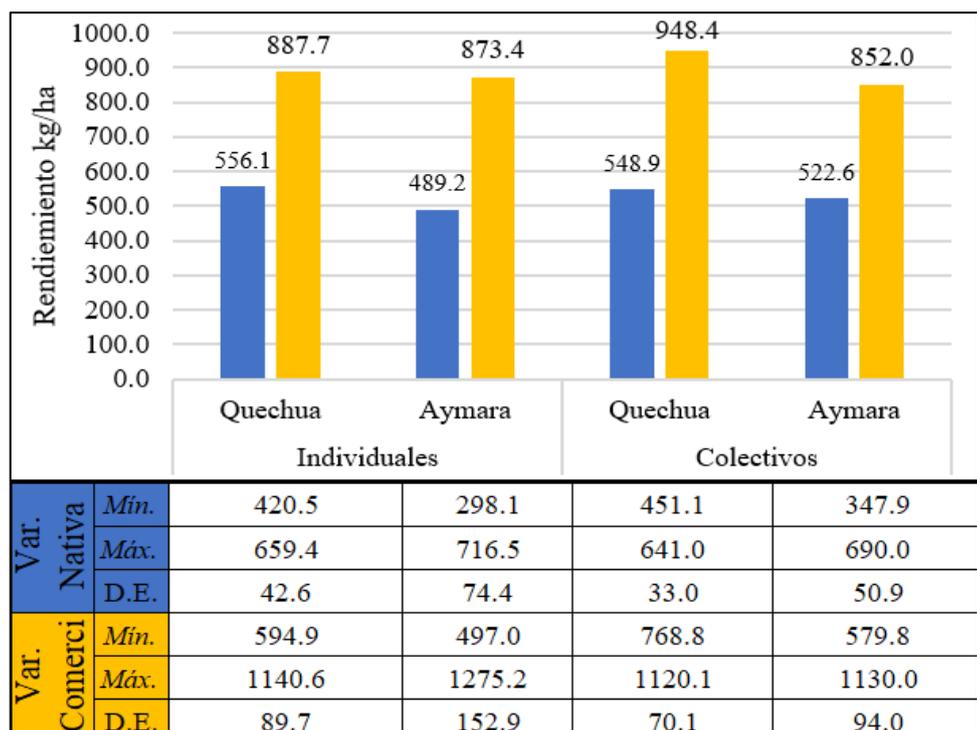


Figura 25: Rendimiento de quinua de variedades nativas y comerciales en los sistemas agrícolas en Puno campaña 2020 (kg/ha)

Fuente: Elaborado con la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en 9 provincias de Puno (junio 2021)

En la Figura 26, se presenta el mapa de calor de la data sobre el rendimiento productivo del grupo de variedades comerciales de quinua por sistemas en el Departamento de Puno.

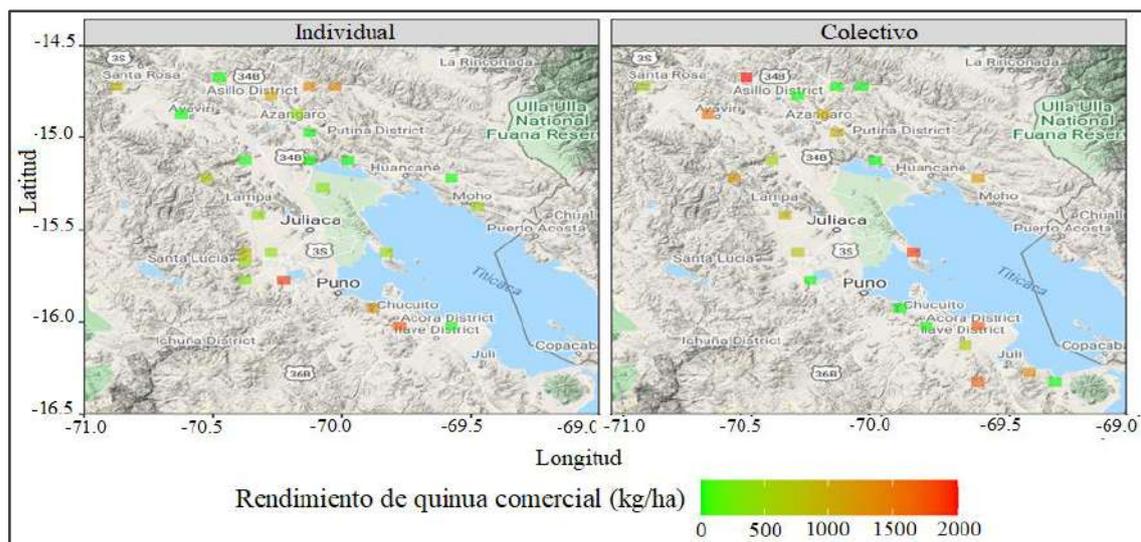


Figura 26: Mapa de calor del rendimiento de quinua de variedades comerciales por provincias

Al respecto de la figura anterior, se observa que el sistema individual muestra una marcada diferencia entre los rendimientos de las variedades comerciales, donde, las UA que se ubican al norte del Lago Titicaca tienen una coloración verde, lo que indica que los rendimientos son menores a 500 kg/ha, mientras que en la zona Nor-Este y Sur, Sur-Oeste del lago (provincias: Moho, Azangaro, Melgar, Lampa, Puno) se torna una coloración más heterogénea que va de verde a naranja, por lo tanto, el rendimiento registrado estaría superando los 500 kg/ha hasta rendimientos superiores a 1500 kg/ha. Con relación al sistema colectivo las variedades comerciales no muestran una tendencia definida, es decir que existe gran heterogeneidad de los rendimientos, con ligera inferioridad en las zonas Nor-Este (provincia de Huancané) y Suroeste del lago (Chucuito, Puno) y áreas aledañas al lago Titicaca.

En la Figura 27, se presenta la distribución de las UA encuestadas con relación al rendimiento productivo de las variedades nativas de quinua, el mapa de calor muestra que en el sistema agrícola individual, las UA ubicadas al Norte del Lago Titicaca tienen una coloración de naranja que va de claro a oscuro, lo que indica que, el rendimiento estaría alrededor de 600 a 900 kg/ha, sin embargo, en la zona Nor-Este, Sur y Sur-Oeste del Lago Titicaca (Puno, Chucuito, Juli, Lampa, Moho y Huancané) la coloración es más heterogénea que tienen un rango menor a 300 hasta 600 kg/ha. El sistema colectivo presenta un rendimiento heterogéneo a lo largo de todas las UA encuestadas sin mostrar una tendencia marcada para la comparación.

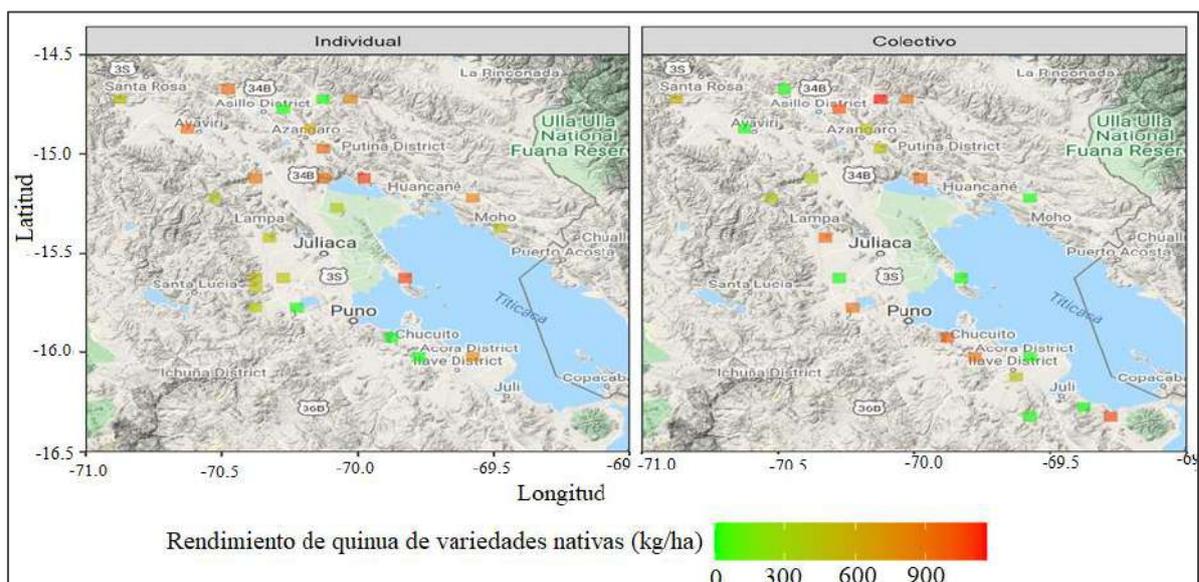


Figura 27: Mapa de calor del rendimiento de quinuas de variedades nativas por provincias

4.1.3. Asignación de chacras a la producción de quinua y distribución de la producción

El 52 por ciento de los agricultores en el Departamento de Puno conducen en promedio 0.5 a 4.9 ha; seguido del 21 por ciento que cultivan en menos de 0.5 ha (INEI 2013). El promedio de producción total de quinua por UA encuestada es de 0.2 ha, dentro del sistema individual existe una diferencia entre la zona quechua (0.3 ha) y Aymara (0.2 ha), mientras que en el sistema colectivo no existe diferencias en la asignación de extensión de chacra para el cultivo de quinua (Figura 28).

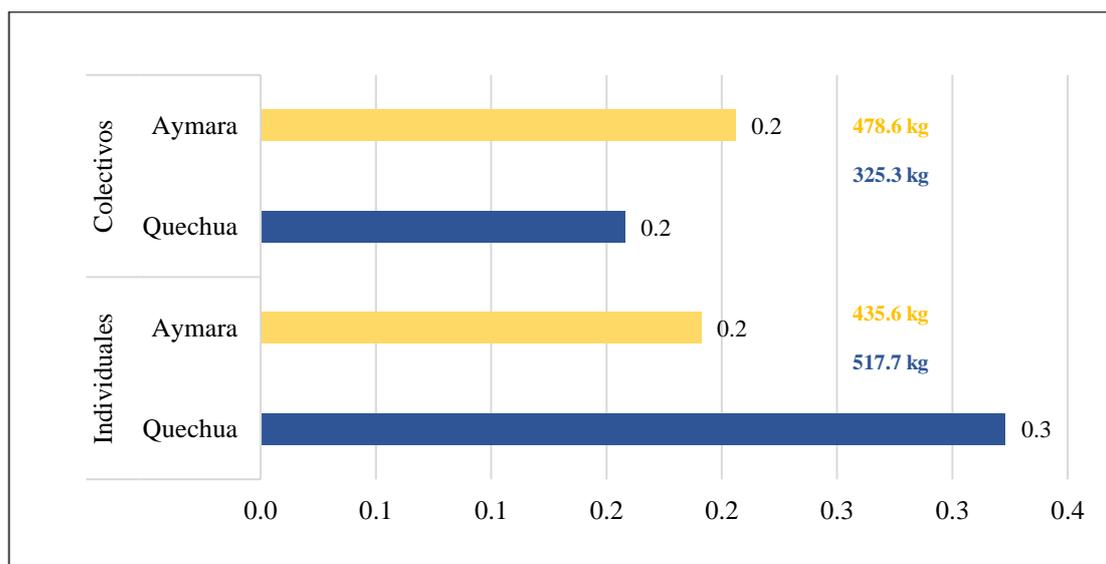


Figura 28: Área de chacra asignada a la producción de quinua por unidad agrícola, por sistemas agrícolas y por zonas culturales

En la Tabla 14, se observa el porcentaje de distribución de la producción de quinua en las UA por tipos de sistemas agrícolas y zonas culturales, presenta de manera detallada esta distribución mediante mapas de calor (**Anexo 6**). Respecto a los agricultores de quinua del sistema individual en ambas zonas culturales (aymaras y quechuas) asignan mayor cantidad de quinua para la venta (53.7 por ciento del total), ya sea, en forma de grano o transformado con porcentajes de 49.5 y 4.2 del total de la producción respectivamente (ver Figura 29), la otra mayor proporción es asignado para el autoconsumo (38.6 por ciento del total) en forma de grano (31 por ciento) y transformado (7.5 por ciento); mientras tanto, las zonas culturales de Quechua y Aymara del sistema colectivo asignan notoriamente superior para el autoconsumo (51 por ciento del total), seguido para la venta en grano (40.5 por ciento) y transformado (2.2 por ciento). En general el consumo de quinua en el Departamento de Puno es en grano (sopa, pesque con leche, quinua graneada) y la consumida de manera transformada en harinas (Mazamorra de quinua, quispiño).

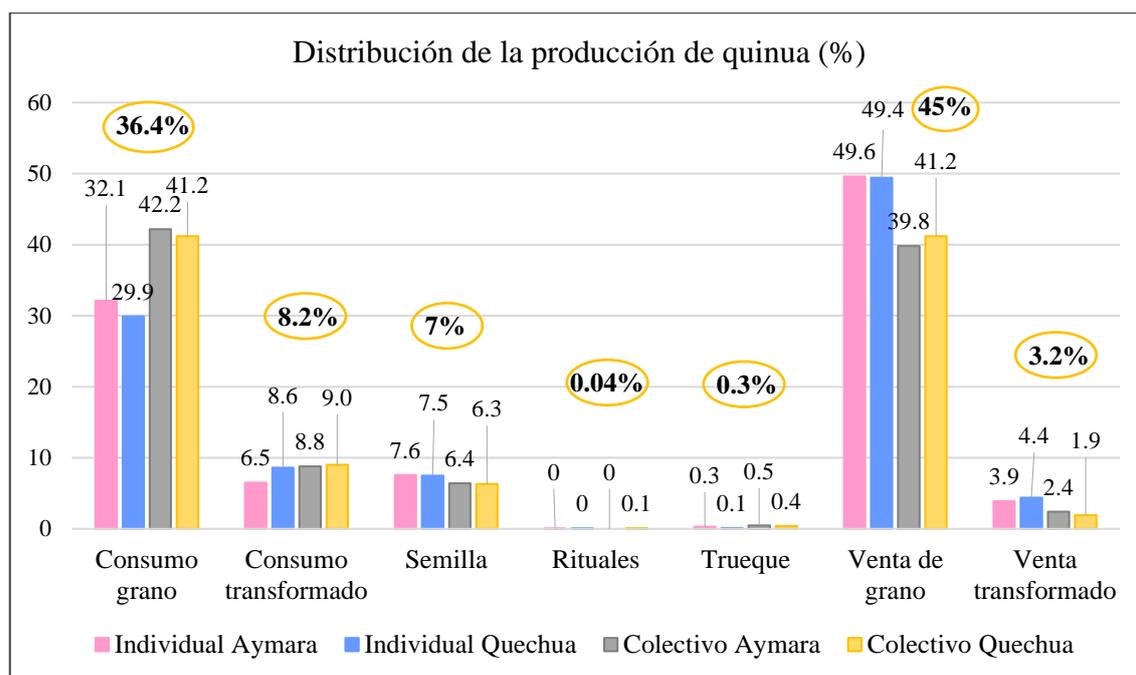


Figura 29: Distribución de la producción total de quinua en las unidades agrícolas por sistemas agrícolas y zonas culturales

Tabla 14: Distribución de la producción de quinua en las unidades agrícolas por sistemas y zonas culturales

Descripción	Individual (%)		Colectivo (%)	
	Aymara	Quechua	Aymara	Quechua
Consumo total	38.6	38.5	51	50.2
Semilla	7.6	7.5	6.4	6.3
Rituales	0.04	0.03	0	0.07
Trueque	0.3	0.1	0.5	0.4
Venta Total	53.5	53.8	42.2	43.1

Nota: Número de color naranja resaltan los valores más representativos

Otras diferencias que se observa en la Tabla 14, se trata de la proporción que las UA asignan para semillas del próximo sembrío, donde, se observa que en el sistema individual muestra una mayor distribución (7.5 por ciento del total) frente al colectivo (6.4 por ciento). Sobre la distribución quinua para rituales, se muestra bajos niveles de asignación en ambos sistemas, siendo los aymaras del sistema colectivo quienes no asigna ni una parte para actividades de rituales; las actividades de trueque o intercambio de semillas con otras UA se mostró un baja asignación en ambos sistemas esos se porcentajes se mostraron muy inferiores a lo reportado en investigaciones anteriores, este dato podría ser debido a que muchas de las actividades culturales colectivas se han reducido por el periodo de pandemia de la Covid19, aunque los propios agricultores señalaron que la tendencia a reducir viene desde años anteriores.

4.1.4. Estado actual de las variedades nativas y comerciales de la quinua en el Departamento de Puno

El número de variedades nativas de quinua por UA en el Departamento de Puno es 2 en promedio (rango que va de 1 a 3 variedades/UA), siendo que, las UA individuales de la zona cultural quechua han reportado más número de variedades nativas por UA frente a los sistemas colectivos, asimismo, la UA aymaras cultivas más número de variedades nativas que en las zonas quechuas (Tabla 15).

Tabla 15: Número de variedades de quinua nativas, comerciales y parientes silvestres por sistemas agrícola y zonas culturales

Sistema	Idioma	Promedio de N° de Variedades	
		Nativa	Comerciales
Individuales	Quechua	2	1
	Aymara	2	1
Colectivos	Quechua	1	1
	Aymara	2	1
Media (\bar{X})		2	1
Mín. – Max. / Des. Est.		1 – 3 / 1.43	1 – 4 / 0.78

Nota: Número de color naranja resaltan los valores más representativos

Adicionalmente, en la Figura 30 se observa que el grupo de las variedades nativas que más predominan en la UA fueron el grupo de las Blancas (27 por ciento) y Qoitos (33 por ciento), seguido por las chullpis, Morada Quinda y Quinua Witulla; por otro lado, las variedades que se encontraron en menor porcentaje fueron la variedad Pasankalla, Real y Wariponcho, de hecho, algunas variedades están en peligro de desaparecer como la variedad Chaucha y Misa quinua que en sistemas individuales no fueron encontrados en más de una UA, y en el sistema colectivo se encontró solo en el uno por ciento de las UA encuestadas.

Sobre el número de variedades comerciales de quinua por UA es 1 (Blanca de Juli), siendo el mínimo 1 y el máximo 4 (Tabla 15). Sobre el reporte del tipo de variedades de quinua comercial que se registraron, se presenta en la Figura 30, en la cual observan las variedades de quinua que fueron liberadas por las instituciones que trabajan en fitomejoramiento de la quinua para las zonas del Altiplano de los Andes, como el INIA, la Universidad Nacional Agraria la Molina y la Universidad Nacional del Altiplano; se evidencia en la figura que los mayores porcentaje de variedades comerciales quinua encontrados son las variedad Blanca de Juli y Kankolla, los cuales hacen el 74 por ciento en el sistema individual y 80 por ciento en el sistema colectivo, por lo tanto, en menores proporción se muestra para las demás variedades comerciales en ambos sistemas agrícolas.

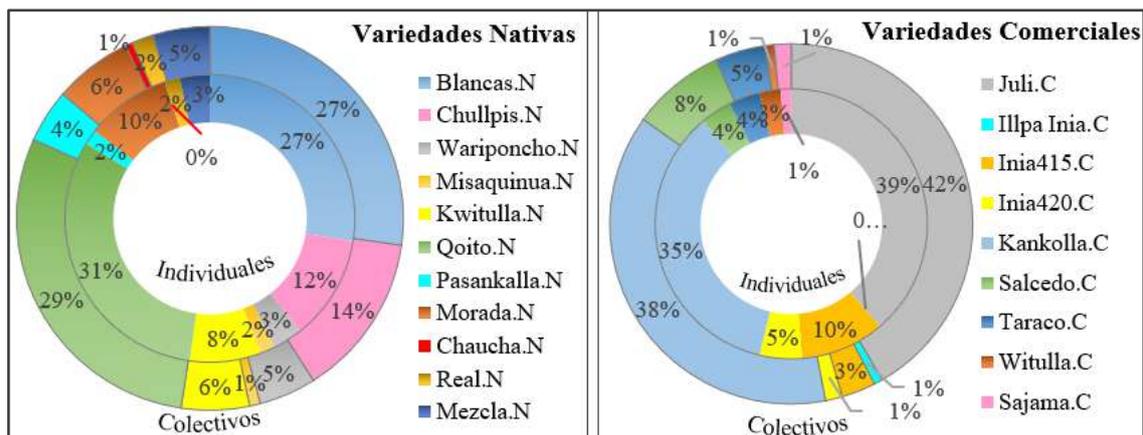


Figura 30: Grupo de variedades nativas y comerciales en sistemas individuales y colectivas

En seguida, se muestra la Figura 31, donde se representa el análisis de la relación existente entre las variables de número de variedades nativas que poseen la UA con la edad del jefe del hogar; se observa que los agricultores mayores de 60 años en el sistema colectivo tienden a incrementar el número de variedades nativas que cultivan, mientras en los sistemas individuales sucede lo contrario. Asimismo, en sistemas colectivos a menores de 30 años tienen menos variedades de quinua, pero en sistemas individuales la tendencia es casi con la misma frecuencia del número de variedades nativas hasta aproximadamente los 60 años, posterior a él claramente se observa una caída al número de variedades nativas que cultiva en sus chacras.

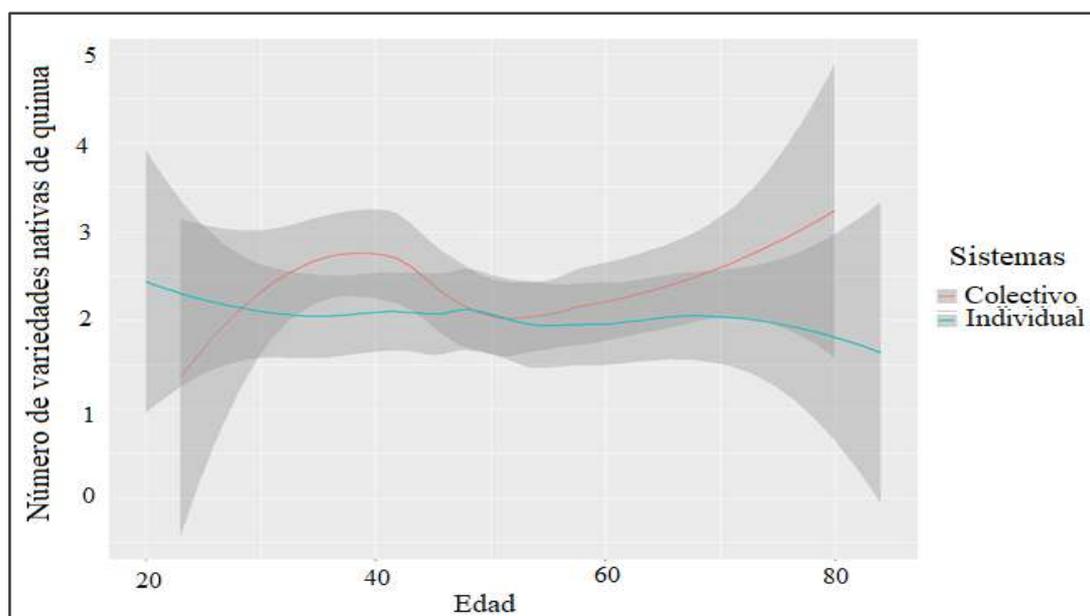


Figura 31: Relación del número de variedades nativas de quinua y la edad del de la unidad agrícola

4.1.5. Estado actual de los parientes silvestres del cultivo de la quinua en los Andes

Los parientes silvestres de la quinua (PSQ) o llamados ‘mama quinua’ en los Andes del Altiplano, ellos en la actualidad cumplen un rol dentro de los agroecosistemas, y son considerados por sus usos y flujos genéticos (Fuentes *et al.* 2012). Su denominación es diferente por zona cultural, como: *Ayaras* (Quechua) y *ajara* o *áara* (Aymara).

Según Ruiz *et al.* (2020) señalaron la presencia de 7 PSQ en el Departamento de Puno, los cuales son: *Chenopodium carnosolum* Moq., *C. petiolare* Kunth, *C. pallidicaule* Aellen, *C. Hircicum* Schrad, *C. quinoa* subp. *Melanospernum* Hunz, *C. ambrosoides* L. y *C. incesum* L. Los PSQ aparecen en forma espontánea dentro o fuera de las charcas de cultivo de quinua, son resistentes a factores adversos de clima (Mujica y Jacobsen 2006).

La UA del sistema colectivo mantienen a los PSQ en sus chacras más que los agricultores de los sistemas agrícolas individuales, aproximadamente el 77 por ciento de la UA mantienen y gestionan los PSQ; cabe resaltar que, los agricultores de sistema individual en las zonas quechuas son los que menos mantienen los PSQ (34.4 por ciento) (Figura 32).

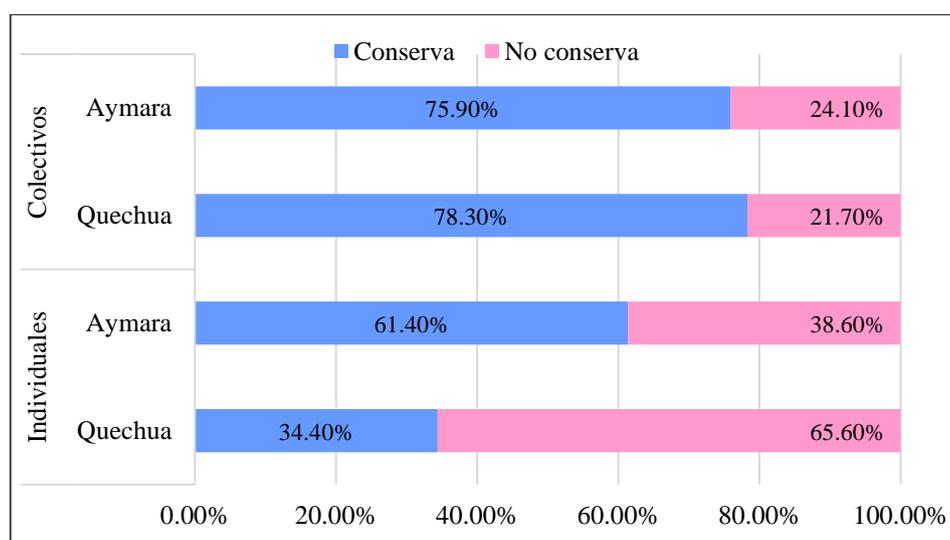


Figura 32: Proporción de unidades agrícolas que conservan los parientes silvestres en el Departamento de Puno

En ese sentido, se muestra los escenarios de uso que las UA asignan a los PSQ en el Departamento de Puno por tipo de sistema agrícola (individual y colectivo) muestran diferencias porcentuales (Figura 33), siendo reportados múltiples usos, como en la alimentación familiar (mazamorra, kispíño o tortillas), alimentación para el ganado (gallina), uso medicinal o rituales, y también se observa que una proporción de las UA mantienen en

sus chacras a pesar de no darle un uso específico. Además, podemos observar que la mayor proporción las UA del sistema individual no mantienen a los parientes silvestres en sus chacras frente a los sistemas colectivos, esto quiere decir que gran parte de la UA del sistema individual practican las actividades culturales de deshierbe.

El uso de los PSQ en la alimentación familiar es mayor en el sistema colectivo (44.7 por ciento), también existe diferencias en el porcentaje de agricultores que hacen uso de los PSQ en la alimentación de sus animales (gallinas) siendo mayor en 7.2 por ciento las UA del sistema colectivo, mientras que, en ambos sistemas existe menor porcentaje de UA que utiliza a los PSQ como medicina (casos de anemia de niños, ancianos y mujeres gestantes) y rituales (Figura 33). Esta información aporta a lo señalado por Tapia et al. (2014), quienes mencionan que los PSQ en los Andes del Perú son más utilizados en la alimentación familiar, medicina natural y rituales.

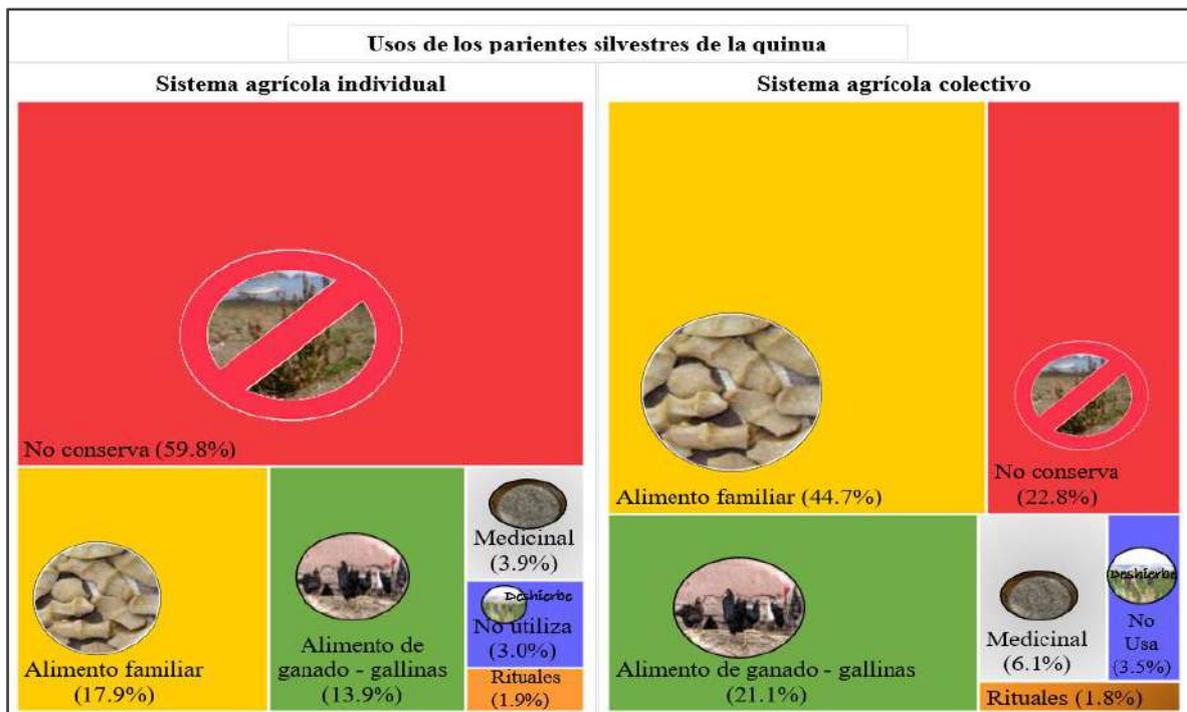


Figura 33: Distribución de los niveles de uso de los parientes silvestres de la quinua por sistemas agrícolas

4.2. CRITERIOS DE DECISIÓN PARA CULTIVAR LAS VARIEDADES NATIVAS DE QUINUA EN SISTEMAS AGRÍCOLAS INDIVIDUAL Y COLECTIVO

En este ítem se muestra los resultados para el primer objetivo de la investigación.

4.2.1. Contraste de hipótesis específica 1

Existe múltiples criterios de decisión que los agricultores atribuyen para elegir una variedad nativa frente a las variedades comerciales en sistemas agrícolas individuales o colectivos, siendo que, los custodios que conservan a nivel colectivo atribuyen mayor peso a los criterios socioculturales más que el sistema individual, mientras tanto, el sistema individual atribuye más importancia a los criterios de tipo económico y ambiental.

En el desarrollo del análisis de jerarquización multicriterio se emplearon tres criterios, siendo, los factores: económicos, ambientales y socioculturales y nueve sub-criterios. Adicionalmente, se tomó como retroalimentación a los pesos jerarquizados atribuidos por los expertos en conservación *in situ* de la quinua. Puesto que los sistemas agrícolas son altamente heterogéneos en sus objetivos de decisión, se homogenizó los segmentos mediante el modelo Tobit tomando como referencia a las variables socioeconómicas. La prueba de hipótesis para los modelos Tobit de cada segmento fue:

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = 0$ Los segmentos de agricultores custodios de la quinua nativa del sistema individual y colectivo no difieren en sus criterios de decisión.

$H_1 : \beta_0 \neq \beta_1 \neq 0$ Los segmentos de agricultores custodios de la quinua nativa del sistema individual y colectivo tienen diferentes criterios de decisión.

4.2.2. Los resultados del análisis de criterios de jerarquización

En la Tabla 16, se muestra la lista de criterios y alternativas que fueron presentadas a los decisores (Agricultores custodios), identificados por revisión de literatura.

Tabla 16: Lista de criterios y alternativas de decisión según la revisión de literatura y los pesos atribuidos por el Juicio de Expertos

Factores	Alternativas o Criterios (Revisión de Literatura)	Revisión de literatura	Pesos por Sub-criterios **	Pesos por factores (Criterios)*
Socioculturales	I. Conservar costumbres	Rojas <i>et al.</i> (2014), Gotor <i>et al.</i> (2017)	0.019	0.289
	II. Mantener el reconocimiento local	Rojas <i>et al.</i> (2014)	0.193	
	III. Diversidad de quinua para la seguridad alimentaria	Reyes (2020), Ruiz <i>et al.</i> (2020)	0.121	
Ambientales	I. Mantener la fertilidad del suelo	Fuentes <i>et al.</i> (2012)	0.034	0.379

<<Continuación>>

	II. Diversidad por resistencia a plagas, enfermedades y factores climáticos	Bellon <i>et al.</i> (2015)	0.085	
	III. Desarrollar prácticas por respeto al medio ambiente	Bedoya-Perales <i>et al.</i> (2018), Vargas-Huanca <i>et al.</i> (2016)	0.214	
	I. Existencia de nicho de mercado	Gotor <i>et al.</i> (2017)	0.111	
Económicos	II. Maximizar los beneficios de la unidad agrícola	Bellon <i>et al.</i> (2017)	0.025	0.331
	III. Variedades nativas genera ahorro por baja inversión	Ruiz <i>et al.</i> (2014), Ruiz <i>et al.</i> (2020)	0.197	

En la Figura 28, se presenta los criterios principales y sub-criterios que los decisores toman como referencia para orientar su objetivo de elección de las variedades nativas de quinua frente a las variedades comerciales que cultivará en sus chacras.

En la Figura 34, se presentan los pesos acumulados por factores, donde, se evidencia que los agricultores de quinua del Departamento de Puno atribuyen el nivel de importancia de la siguiente manera, primero al **factor económico** (35.6 por ciento), seguido del **factor sociocultural** (34.7 por ciento) y finalmente al **factor ambiental** (29.7 por ciento), los cuales, muestran mínimas diferencias de pesos normalizados. Así también, se demuestra que los agricultores de quinua del sistema individual y colectivo jerarquizan sus objetivos de elección de las variedades nativas con pesos normalizados muy similares entre sí para cada criterio evaluado.

También, se aprecia que los expertos en conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de la quinua indican una jerarquía con algunas diferencias de orden en la atribución de pesos frente a los agricultores de quinua, así, se evidenció la siguiente jerarquía, donde es más importante el **factor ambiental** (37.9 por ciento), seguido de lo **factor económico** (33.1 por ciento) y finalmente el **factor sociocultural** (28.9 por ciento), por lo tanto, los resultados revelan que tampoco existe amplias diferencias porcentuales entre factores para los expertos.

Sin embargo, los pesos normalizados para cada criterio de decisión de los agricultores custodios comparados con los valores atribuidos por los expertos, donde, se muestra amplia heterogeneidad de los pesos atribuidos entre ambos decisores, es decir que la jerarquización de los criterios por el experto no necesariamente coincide con la decisión del agricultor custodio, a pesar que los programas de conservación agroambiental son dirigidos por

expertos y también la toma la decisión a escala de políticas públicas sobre la participación de los proveedores de servicios de conservación (agricultor custodio).

Los resultados del algoritmo matemático de jerarquización demostraron pesos medios a bajos para cada sub-criterio de decisión de los agricultores y expertos, por lo tanto, para identificar los criterios principales se considera como umbral 0.11, según a la literatura en otras áreas de estudio.

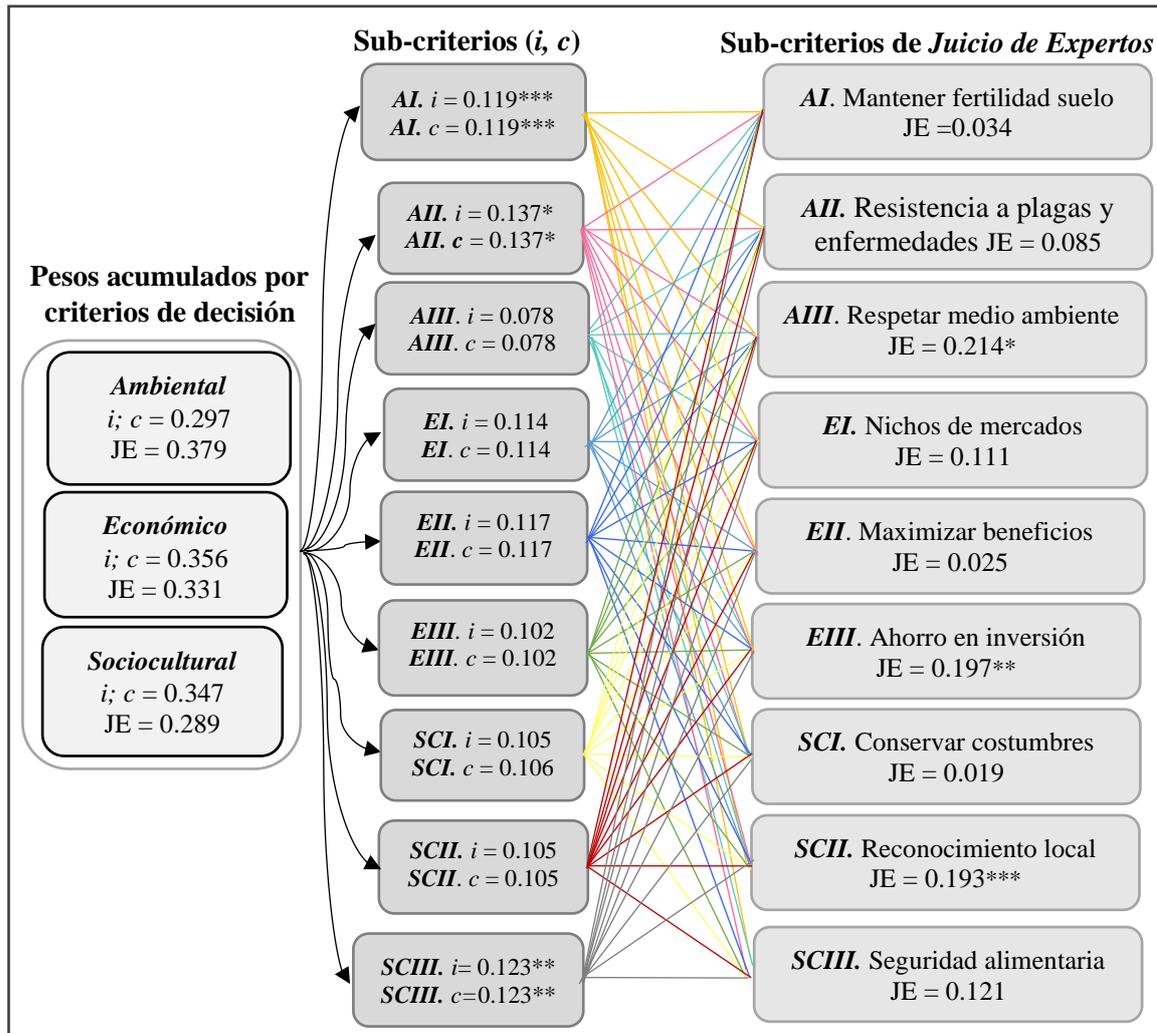


Figura 34: Pesos atribuidos a los criterios y sub-criterios de decisión por el agricultor de quinua y los expertos

*Alto peso en %, **peso medio valor %, ***Peso bajo valor %; *i* = Sistema agrícola individual, *c* = Sistema agrícola colectivo, *JE* = Juicio de Expertos

Los resultados indican que los agricultores y expertos solo coinciden en los pesos normalizados para seguridad alimentaria y la existencia de nichos de mercados. Así se muestra en la Figura 35, donde, los agricultores de quinua tienen mayor orientación por

elegir a las variedades nativas frente a las comerciales, tomando como criterios principales, primero por el criterio de resistencia a plagas, enfermedades y factores adversos del cambio climático que caracteriza a las semillas de la variedad nativa de quinua con peso normalizado de 14 por ciento (*Ambiental II*), seguido porque contribuye a la seguridad alimentaria de su hogar con peso de 12 por ciento (*Sociocultural III*), también porque mantiene la fertilidad del suelo de sus chacras con el peso de 12 por ciento (*Ambiental I*) y porque maximiza los beneficios para su UA le atribuye un peso de 12 por ciento (*Económico II*).

Referente a los criterios secundarios que se evidencian son: por proveer de quinua nativa a un nicho de mercado que les genera ingresos económicos por la venta de la variedad nativa (*Económico I*), mientras que atribuyen pesos similares porque mantiene sus costumbres (*Sociocultural I*) y les permite ser reconocidos en su localidad (*Sociocultural II*), también porque las variedades nativas les permiten ahorrar económicamente algunos insumos debido a que son menos exigentes para su desarrollo (*Económico III*), y el criterio que menor peso muestra en la elección por las variedades nativas de quinua es el respeto por el medio ambiente (*Ambiental III*) (Figura35).

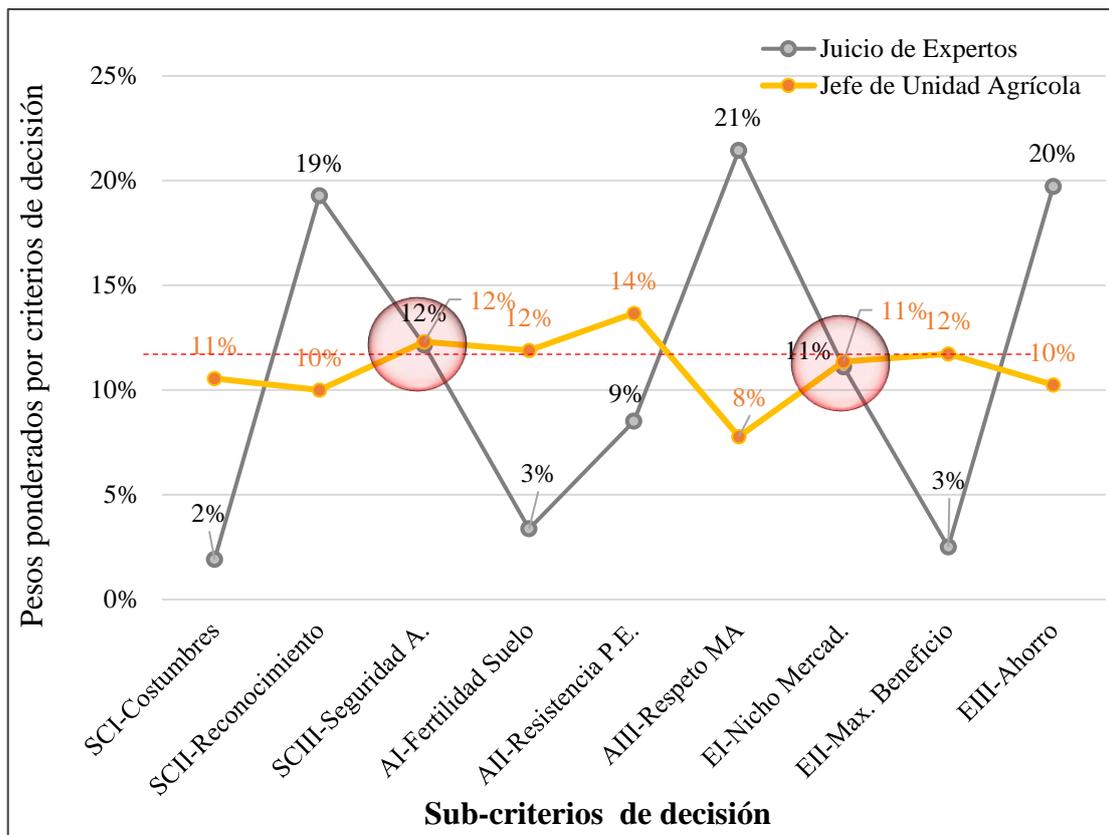


Figura 35: Pesos jerarquizados por criterios de decisión de los agricultores y Juicio de Expertos en conservación *in situ* de la quinua

4.2.3. Segmentación de los agricultores en los sistemas agrícolas por criterios de decisión

La reducida divergencia en la asignación de pesos jerarquizados a los factores de decisión por el agricultor en el sistema individual y colectivo permite buscar la manera de tipificar a los agricultores de acuerdo con los criterios de decisión más preponderantes. Para ello, se recurrió a la formación de Componentes Principales (CP) dentro de cada sistema, basándose en los criterios de decisión como variables originales para calcular los CP. Los resultados están detallados por cada sistema agrícola (individual y colectivo).

a. Sistemas individuales

- Segmentación de los agricultores en sistemas individuales por factores de decisión

En el Tabla 17, se observa el número de CP obtenidos en el sistema agrícola individual, el cual se consideró uno por cada variable original de los sub-criterios de decisión. Para determinar el número de CP se usó el criterio de *Kaiser*, donde, todos los ejes con un *eigen value* mayor que uno fueron escogidos, siendo que, el PC.1*i* y PC.2*i* explican el 26 por ciento de la variabilidad de los datos en el sistema agrícola individual; PC.1*i*, PC.2*i* y PC.3*i* el 63 por ciento de la variabilidad, por lo tanto, se considera desde el CP.1*i* al PC.4*i* para conseguir explicar el 76.4 por ciento de la varianza observada en los datos e interpretar la información que recoge cada uno de ellos. (**Anexo 7**).

De los CP para el sistema agrícola individual, se observa la relación directa e indirecta de los sub-criterios de decisión en cada segmento de los datos. El segmento **PC1*i*** preocupados por aspectos sociales y económicos, es el resultado de la combinación lineal de las nueve variables originales de los sub-criterios de decisión con pesos asignados en diferentes proporciones, siendo superior y con correlación inversa a escala *Likert* para la variable de *Conservar sus costumbres*, y pesos similares entre ellos con relación directa para las variables *Mantener fertilidad del suelo*, *Seguridad alimentaria*, *Maximizar beneficios*, *Reconocimiento local* y bastante superior a *Nichos de mercados* y *Respetar medio ambiente*; lo que indica que la primera componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los tres criterios como son: socioculturales, ambientales y económicos.

En el segundo segmento de agricultores, los preocupados por el medio ambiente y la sanidad de sus cultivos (**PC2*i***), es la variable *Respetar el medio ambiente* la que tiene con diferencia mayor peso en correlación inversa, seguido de la *Resistencia a plagas, enfermedades* y

cambio climático y correlación directa con el *Reconocimiento local*. Por lo que se describe que la segunda componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los criterios ambientales y socioculturales

Respecto a la **PC3i**, es la variable *Mantener fertilidad del suelo* la que tiene con diferencia mayor peso, seguido por los pesos con la correlación inversa de las variables *Seguridad alimentaria* y *Respetar medio ambiente*. Cabe señalar que, la variable *voluntad a participar en un programa de conservación de agrobiodiversidad* entre los cuatro componentes elegidos tienen mayor peso con relación directa. Esto significa que la tercera componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los criterios ambientales y socioculturales, y la voluntad de participar en un programa de conservación de agrobiodiversidad.

En la **PC4i**, es la variable *Resistencia a plagas, enfermedades* la que tiene relación inversa y con diferencia muestra el mayor peso, seguido de la variable *voluntad a participar en un programa de conservación* con una correlación inversa, y seguido asignado a las variable *Maximizar beneficios* e inversa con peso similar es la variable *Nichos de mercados*, esto significa que la cuarta componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los criterios ambientales y económicos; además, incluye ampliamente la información de la voluntad a participar en un programa de conservación de agrobiodiversidad.

Tabla 17: Correlación de los criterios de decisión en la conservación *in situ* de variedades nativas de quinua con los componentes tipificados de agricultores de quinua en el sistema individual

Nuevas Variables	PC1i	PC2i	PC3i	PC4i
Voluntad por participar en un programa de conservación	0.22	-0.01	-0.29	-0.41
SC-I. Conservar costumbres	-0.58	0.12	0.12	0.02
SC-II. Reconocimiento local	0.31	-0.46	0.30	-0.28
SC-III. Seguridad alimentaria	0.35	0.33	-0.44	0.27
A-I. Mantener fertilidad suelo	0.36	0.13	0.58	0.23
A-II. Resistencia a plagas, enfermedades y CC	-0.06	0.48	-0.13	-0.58
A-III. Respetar medio ambiente	-0.27	-0.51	-0.41	0.26
E-I. Nichos de mercados	0.26	-0.38	-0.20	-0.31
E-II. Maximizar beneficios	0.35	0.12	-0.23	0.36
Desviación estándar	1.52	1.36	1.20	1.12
Proporción acumulada	0.26	0.46	0.63	0.76
Proporción de varianza	0.26	0.21	0.16	0.14

Nota: Números de color naranja muestran la relación más alta en cada segmento, los números con negrita muestran los siguientes valores más altos considerados en cada segmento

- *Homogenización de los segmentos en el sistema agrícola individual explicada con el modelo Tobit.*

En este apartado, se profundiza en los factores que determinan dicha heterogeneidad mediante la estimación de un modelo Tobit para cada CP identificado en el sistema agrícola individual.

Los resultados muestran diferentes variables estadísticamente significativas para los modelos, donde la elección de las variables independientes (socio-económicas) fue realizada con el método *Stepwise*, es decir quitando las variables no significativas de manera progresiva, se eligió las variables con valores estimados de probabilidad menores a 0.05 y al 90 por ciento de intervalo de confianza para cada uno de los componentes principales (segmentos), y la prueba de Wald o razón de verosimilitud el contraste para las hipótesis (Tabla 18).

En la Tabla 18, se muestra los análisis de la relación entre los objetivos de decisión de los agricultores (variable dependiente) y las variables sobre características socioeconómicas en los cuatro segmentos; se observa que la bondad de ajuste es satisfactoria según la función de verosimilitud y la significancia de las variables, esto confirma que los grupos de agricultores en el sistema individual difieren en sus objetivos en la toma de decisiones por cultivar las variedades nativas de quinua sobre las variedades comerciales.

La variable actividad neta (*Actividad_neta*) a la cual el agricultor de quinua se dedica exclusivamente, es altamente significativa para los segmentos **PC.3i**, **PC.4i** y **PC.1i**. Mantienen una relación directa para los **PC.3i** y **PC.4i**, pero indirecta para el **PC.1i**. Lo que ratifica que, si el agricultor se dedique netamente a la agricultura sobre otras actividades, tiene efectos directos sobre el agricultor que más importancia le atribuye al cuidado de la fertilidad del suelo, pero menos importancia le da a la seguridad alimentaria (**PC.3i**); también, genera una relación directa con agricultores que priorizan más por incrementar sus beneficios a mantener las variedades nativas por su resistencia a las plagas y enfermedades (**PC.4i**). Sin embargo, tienen efectos indirectos sobre los agricultores que cultivan las variedades nativas con más importancia sobre mantener la fertilidad del suelo, pero menos importante para él es conservar sus costumbres (**PC.1i**) (Tabla 17 y 18).

Otra variable importante es el nivel de educación (*Años_Educación*) del jefe de la UA, esta es significativa para el segmento **CP.4i**, siendo una variable que tiene efectos directos sobre los agricultores de quinua que atribuyen más importancia a incrementar sus beneficios económicos, pero menos importancia a las variedades nativas de quinua que son resistentes a plagas y enfermedades (Tabla 17 y 18).

En la misma tabla se evidencia la importancia de la variable ingresos por la venta de quinua (*IngresoVentaQuinua*), debido a que es altamente significativa sobre el segmento **CP.2i**, lo que indica una relación directa sobre las UA donde atribuyen menos importancia al reconocimiento local, respeto por el medio ambiente y por proveer de variedades nativas a nichos de mercado (Tabla 17 y 18).

Por otro lado, la variable de utilización de maquinarias (*Uso_Tractor*) para la siembra de quinua, es una variable que se muestra significativa para el segmento **PC.3i**, este es negativo, lo cual, ratifica sobre los agricultores que utilizan el tractor para la siembra del cultivo de quinua deciden por las variedades comerciales sobre las variedades nativas de quinua, segmento que a pesar de mostrar mayor relación directa con el mantenimiento de fertilidad del suelo, tiene una relación indirecta con el mayor uso de quinua para la alimentación de la UA (Tabla 17 y 18).

Tabla 18: Modelo Tobit censurado para la estimación de los factores de decisión de los agricultores de quinua en sistema agrícola individual

Variables	PC.1i	PC.2i	PC.3i	PC.4i
Intercepto	0.02	-0.57**	0.20	-1.48***
IngresoVentaQuinua	-	0.0004***	-	-
Integrantes_familia	-	-	-	-
TotalQuinua_ha	-	-	-	-
TitularExplotación	-	-	-	-
Asoc_Orgánico	-	-	-	-
Uso_tractor	-	-	- 0.46*	-
Años_Educación	0.05	-	-	0.06*
Actividad_neta	-0.46**	-	0.54**	1.41***
Log (scale)	0.10	0.20**	0.73	0.18*
Log de verosimilitud	-239.6	-233.6	-218.5	-200.7
Grados de libertad	4	3	4	4
Estadístico Wald	12.66	16.99	17.81	42.72
Nivel Signif.	0.05	0.01/0.05	0.1/0.05	0.01/0.05
p-value	0.0018	0.0003	0.0001	0.000
Modelo	(1)	(2)	(3)	(4)

Nivel de significación: ***p < 0,01; **p < 0,05; *p < 0,10.

Nota: Números de color naranja muestran los valores negativos con significancia en cada segmento

En la Tabla 18, se mostró de manera general los coeficientes obtenidos para el análisis Tobit para cada segmento en el sistema individual, sin embargo, los modelos por segmento son expresados de la siguiente manera:

$$CP_1. Individual = 0.019 + 0.049 \text{ AñosEducación} - 0.460 \text{ ActividadNeta} + U_1 \dots (1)$$

$$CP_2. Individual = -0.565 + 0.0004 IngresoVentaQuinua + U_2 \quad \dots (2)$$

$$CP_3. Individual = 0.202 - 0.459 UsoTractor + 0.541 ActividadNeta + U_3 \quad \dots (3)$$

$$CP_4. Individual = -1.483 + 0.063 AñosEducación + 1.411 ActividadNeta + U_4 \dots (4)$$

b. Sistemas colectivos

- *Segmentación de los agricultores de quinua en el sistema colectivo por factores de decisión*

En el Tabla 19, se observa el número de CP obtenidos en el sistema agrícola colectivo, el cual se consideró uno por cada variable original de los criterios de decisión, por lo tanto, fueron nueve CP, donde el **PC.1c** y **PC.2c** explican el 38 por ciento de la variabilidad de la información; **PC.1c**, **PC.2c** y **PC.3c** el 54 por ciento de la variabilidad; **PC.1c**, **PC.2c**, **PC.3c** y **PC.4c** de 70 por ciento y **PC.1c**, **PC.2c**, **PC.3c**, **PC.4c** y **PC.5c** explican el 83 por ciento de la varianza de los datos y los autovalores (Tabla 19). Para determinar el número de componentes principales se usó el criterio de *Kaiser* donde todos los ejes con un *eigen value* mayor que uno fueron escogidos (**Anexo 8**).

Asimismo, en la Tabla 19, se muestra la segmentación en base a la información en el sistema agrícola colectivo, donde se evidencia el número de CP elegidas y sus correlaciones de los componentes en base a la variable original de criterios de decisión a escala de *Likert*. La primera componente relacionado al grupo de agricultores que les preocupa mantener sus costumbres (**PC1c**) es el resultado de la combinación lineal de las nueve variables originales de los criterios de decisión con pesos asignados en diferentes proporciones, siendo superior la variable de *Conservar sus costumbres*, y pesos similares entre ellos con relaciones opuestas para las variables *Respetar medio ambiente* y *Seguridad alimentaria*; lo que indica que la primera componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los criterios socioculturales y ambientales.

Los pesos asignados en la segunda componente preocupados por el mantenimiento la fertilidad del suelo (**PC2i**) del sistema agrícola colectivo, donde se muestran a las variables *Fertilidad del suelo* y *Seguridad alimentaria* aproximadamente iguales entre ellas, pero en relaciones inversas, y bastante superior al peso asignado a *Reconocimiento local* y a los demás sub-criterios, esto significa que la segunda CP recoge mayoritariamente la información correspondiente en orden a los criterios ambiental y sociocultural.

En la tercera componente (**PC3i**), agricultores preocupados por mantener las variedades nativas por la sanidad, donde la variable *Resistencia a plagas, enfermedades y cambio climático* la que tiene con diferencia mayor peso, cabe resaltar que mantiene una correlación inversa. Según a los mayores pesos de las variables asignadas, significa que este componente recoge mayoritariamente la información corresponde principalmente al criterio ambiental.

En la **PC4i**, agricultores preocupados por mantener el reconocimiento local, son importantes las variables *Reconocimiento local, Cuidado del ambiente y Nicho de mercado* las variables aproximadamente iguales entre ellos y bastante superiores al asignado a los demás sub-criterios, esto significa que la cuarta componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los criterios de decisión ambientales y económicos.

En la **PC5i**, agricultores preocupados por mejorar los beneficios económicos, son importantes las variables *Maximizar beneficios y Voluntad a participar en un programa de conservación* en las que tienen relación inversa y gran diferencia muestran los mayores pesos, seguido de las variables *Mantener fertilidad del suelo* correlacionada inversamente y *Resistencia a plagas* con una correlación directa, esto significa que la quinta componente recoge mayoritariamente la información correspondiente a los criterios económicos; además, incluye ampliamente la información de la voluntad a participar en un programa de conservación de agrobiodiversidad.

Tabla 19: Correlación de los criterios de decisión para la conservación *in situ* de la quinua con las componentes tipificadas de agricultores en el sistema colectivo

Variables	PC.1c	PC.2c	PC.3c	PC.4c	PC.5c
Voluntad a participar	0.09	-0.02	-0.37	0.23	-0.50
SI_C. Costumbres	0.60	-0.15	-0.25	-0.30	-0.15
SII_Reconocimiento local	-0.20	-0.46	-0.04	0.49	0.37
SIII_Seguridad Alimento	-0.44	0.53	0.29	-0.10	-0.15
AI_Suelo Fertilidad	-0.25	-0.54	0.30	-0.28	-0.38
AII_Resistencia Plaga	-0.24	0.22	-0.65	-0.23	0.32
AIII_Medio Ambiente	0.46	0.31	0.31	0.47	0.06
EI_Nicho mercado	-0.22	-0.14	-0.24	0.42	-0.10
EII_Max. Beneficio	-0.14	-0.17	0.20	0.27	-0.56
Desviación Estándar	1.38	1.25	1.20	1.17	1.12
Proporción de varianza	0.21	0.17	0.16	0.15	0.14
Proporción acumulada	0.21	0.38	0.54	0.70	0.83

Nota: Números de color naranja muestran la relación más alta en cada segmento, los números con negrita muestran los siguientes valores más altos considerados por segmento

- *Homogenización de los segmentos en el sistema agrícola colectivo*

En la Tabla 20, se observa a los coeficientes obtenidos en la homogenización de los segmentos para agricultores del sistema colectivo (*Aynokas, Laymes, Parcelaría* o *Ayni*), de los resultados se demuestra que también existe una heterogeneidad en los factores de decisión dentro del sistema colectivo, el cual, es demostrado con la aplicación del modelo Tobit para los 5 segmentos, debido a que se muestran diferentes valores de significancia con las variables socioeconómicas de las UA por segmentos. Las variables con valores estimados de probabilidad menores a 0.05 y al 90 por ciento de intervalo de confianza para cada uno de los segmentos, y la prueba de Wald o razón de verosimilitud el contraste para las hipótesis.

La variable actividad neta que el agricultor se dedica exclusivamente en su UA (*Actividad_neta*) es altamente significativa para los segmentos **PC.3c** y **PC.5c**, y significativo para en segmento **PC.1c**. Lo que ratifica que el agricultor entre más se dedique a la agricultura sobre otras actividades, mayor será la importancia sobre la resistencia de la quinua a las plagas y enfermedades y maximizar sus beneficios con las variedades nativas frente a las variedades comerciales, asimismo, en el segmento **PC.1c**, cuando el agricultor se dedica netamente a la agricultura su objetivo por conservar las variedades nativas guardan mayor relación con el cuidado del ambiente (Tabla 19 y 20).

Sobre la variable nivel de educación del jefe de la UA (*Años_Educación*), es significativo en el segmento **CP.1c** del sistema agrícola colectivo, es una variable que afecta indirectamente cuando los agricultores tienen como objetivos el de mantener sus costumbres y el cuidado del ambiente cuando eligen las variedades nativas, especialmente estos segmentos atribuyen más peso a los factores mencionados como objetivos principales para la toma de decisión al elegir la quinua de variedad nativa sobre la variedad comercial (Tabla 19 y 20).

Por otro lado, la variable ingresos por la venta de quinua (*IngresoVentaQuinua*) afecta de manera negativa a los segmentos **CP.1c** y **CP.4c** del sistema colectivo en la toma de decisiones por cultivar la quinua de variedad nativa, donde este segmento se guiaría por los criterios alineados con el reconocimiento local y el cuidado del medio ambiente, así como sobre los criterios de mantenimiento de los conocimientos agrícolas locales y por proveer productos a nichos de mercados (Tabla 19 y 20).

En el sistema colectivo la variable uso de tractor en la siembra de quinua (*Uso tractor*) es altamente significativa para el segmento **CP.2c**, el cual, está relacionada a los agricultores

que tienen como objetivo cultivar las variedades nativas por el criterio de la seguridad alimentaria de la UA, pero con menor importancia sobre el criterio de mantenimiento de la fertilidad del suelo.

Adicionalmente, la variable que se muestra significativa en el sistema colectivo es sobre la participación de la UA a una asociación de agricultores orgánicos (*Asoc_Orgánico*), siendo significativo sobre el segmento **CP.4c**, donde los agricultores toman la decisión de cultivar las variedades nativas de quinua considerando los criterios del mantenimiento de los conocimientos de prácticas agrícolas locales, respeto por el ambiente y porque proveen a un nicho de mercado.

Tabla 20: Modelo Tobit censurado para la estimación de los factores de decisión de los agricultores de quinua en el sistema agrícola colectivo

Variables	PC.1c	PC.2c	PC.3c	PC.4c	PC.5c
Intercepto	0.77	- 0.94**	- 0.35	0.11	-0.30
IngresoVentaQuinua	- 0.003	-	-	- 0.0003	-
Integrantes_familia	-	-	-	-	-
TotalQuinua (ha)	-	-	-	-	-
TitularExplotación	-	-	-	-	-
Asoc_Orgánico	-	-	-	1.04*	-
Uso_tractor	-	1.02**	-	-	-
Años_Educación	- 0.07	-	-	-	-
Actividad_neta	0.71*	-	0.86**	-	0.90***
Log (scale)	0.33	0.29**	0.24*	0.27*	0.11
Log verosimilitud	-132.2	-131.7	-127.6	-124.9	-123.7
Grados de libertad	5	3	3	4	3
Estadístico Wald	10.19	7.20	7.97	8.14	10.99
Nivel de significancia	0.05/0.1	0.01/0.05	0.05	0.1/0.05	0.01
p-value	0.017	0.007	0.005	0.017	0.0009
Modelo	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Nivel de significación: ***p < 0,01; **p < 0,05; *p < 0,10.

Nota: Números de color naranja muestran los valores significativos negativos por segmento

En la tabla anterior se mostró de manera general los coeficientes obtenidos para el análisis Tobit para cada segmento en el sistema colectivo, y los modelos por segmento son expresados de la siguiente manera:

$$CP_1 = 0.77 - 0.0003 \text{ IngresoVentaQuinua} + 0.07 \text{ AñosEducación} + 0.71 \text{ ActividadNeta} + U_{1c} \dots (1)$$

$$CP_2. \text{Colectivo} = - 0.94 + 1.02 \text{ UsoTractor} + U_{2c} \dots (2)$$

$$CP_3. \text{Colectivo} = - 0.35 + 0.86 \text{ ActividadNeta} + U_{3c} \dots (3)$$

$$CP_4. \text{Colectivo} = 0.11 - 0.0003 \text{ IngresoVentaQuinua} + 1.04 \text{ AsocOrganico} + U_4 \dots (4)$$

$$CP_5.Colectivo = - 0.30 + 0.90 ActividadNeta + U_{5c} \quad \dots (5)$$

La evaluación multicriterio APJ-D, permitió evaluar el potencial de los agricultores quinua en la conservación de variedades nativas, mediante la identificación de criterios principales y sub-criterios, los cuales fueron reforzados por el Juicio de Expertos, si bien es cierto que los agricultores de quinua atribuyen más peso al criterio económico, fue necesario identificar la diferenciación en la toma de decisiones de los agricultores de quinua del sistema individual y colectivo en base a los criterios principales, los cuales fueron obtenidos por los CP, posteriormente homogenizados mediante modelos Tobit.

El resumen a los resultados obtenidos en este ítem se detalla de la siguiente manera:

Los resultados obtenidos nos demuestran que los sistemas agrícolas individual y colectivo a pesar de asignar pesos de jerarquía similares a los criterios y sub-criterios de decisión. No obstante, internamente cada sistema agrícola evaluado muestra heterogeneidad en sus objetivos de decisión por cultivar las variedades nativas quinua frente a las variedades comerciales. En el sistema individual se observan cuatro segmentos de productores, mientras que, en el sistema colectivo, son cinco segmentos. Éstos fueron homogenizados con los coeficientes de diferentes variables socioeconómicas.

Por otra parte, los expertos y los agricultores de quinua atribuyen pesos de jerarquía diferentes, los cuales son explicados por la heterogeneidad de objetivos de los agricultores en el sistema individual y colectivo.

Estos resultados hacen una contribución muy importante para las políticas públicas de conservación de agrobiodiversidad, aquí, se demuestra que el APJ-D y el modelo Tobit es una herramienta metodológica para identificar los objetivos de decisión con alta fiabilidad. Además, los agricultores de quinua en sistemas individuales y colectivos en el Departamento de Puno, deben ser tratados con la heterogeneidad como fueron identificados, ya que, permitirá proporcionar semillas de diferentes variedades nativas a las UA, este es según el criterio de decisión del agricultor de quinua, por lo tanto, permite mejorar la eficiencia de los programas de conservación *in situ* de la quinua evitando que el agricultor abandone ciertas variedades que se proporciona sin una evaluación a priori de sus objetivos.

4.3. BENEFICIOS PERCIBIDOS POR LA CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LOS RECURSOS GENÉTICOS DE LA QUINUA EN EL ESQUEMA DE PAGOS POR EL SERVICIO DE CONSERVACIÓN

La conservación de los recursos fitogenéticos del cultivo de la quinua en el Departamento de Puno se mostró bajo los criterios de decisión por cultivar las variedades nativas evaluados en la etapa anterior, donde los pesos indicaron amplia heterogeneidad de objetivos de la UA por cultivar las variedades nativas de quinua, por lo tanto, en esta etapa se analizaron los beneficios privados percibidos por el agricultor de quinua en función a la Disposición a Participar (DAPa) y Disposición a Aceptar (DAA) un pago por proveer el servicio al Programa de Servicio Conservación de la Agrobiodiversidad (PSCA) en el sistema individual y colectivo.

4.3.1. Contraste de hipótesis específica 2

La conservación *in situ* de los recursos genéticos de las variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres por los agricultores de quinua perciben beneficios privados heterogéneos medidos mediante la disposición a aceptar (DAA) un pago mínimo por proveer el servicio de conservación frente a los programas de conservación de la agrobiodiversidad (PSCA), donde la estrategia de conservación *in situ* en el sistema colectivo es más beneficioso que el sistema de conservación individual, pero ambos sistemas estarían dispuestos a participar (DAPa) en los esquemas de Pagos por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad.

La DAPa probó la voluntad de los agricultores de quinua del sistema agrícola individual y colectivo a participar en el PSCA mediante el modelo logit binomial.

La DAA probó la voluntad de aceptar una alternativa relevante para el agricultor de quinua que fue demostrado por su declaración según su percepción sobre sus beneficios privados (costos de oportunidad real) mediante la aplicación del modelo de regresión multinomial por su alto poder explicativo.

4.3.2. Disposición a participar en el programa de conservación de recursos fitogenéticos de la quinua

El resumen de las estadísticas de las 315 UA presentados en la Tabla 21 muestra que la mayor voluntad a participar es de los agricultores del sistema agrícola colectivo, superando aproximadamente en 19 por ciento de los agricultores encuestados, por lo tanto, se observa

alto porcentaje de agricultores del sistema individual que no participarían en dicho programa bajo los esquemas planteados en la investigación.

Tabla 21: Frecuencia de la Disposición a Participar en el Programa de Servicio de Conservación de Agrobiodiversidad

Variables dependientes	Categorías	Individual [201] 63.80%	Colectivo [114] 36.20%
Disposición a participar en el programa (DAPa)	0 = Es probable que no acepte participar en un PCSA	21.4	2.7
	1 = Probablemente está dispuesto a participar en un PCSA	78.6	97.3

Nota: Números de color naranja muestran a los agricultores que no tienen voluntad de participar

En seguida se analizó el modelo de regresión no lineal logit para la variable dependiente (DAPa) se muestran en la Tabla 22. La normalidad de la distribución de los errores del modelo se analizó con la prueba de Jarque-Bera, la prueba de Lilliefors y la prueba de Shapiro-Wilk (**Anexo 9**), en todas las pruebas mencionadas resultaron ser significativas al 5 por ciento (<0.05) de significancia, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna de que la distribución de los residuos del modelo logit tienen una distribución no normal.

Se observan las variables con alto grado de significancia al 5 y 1 por ciento en el modelo. Lo anterior, indica que si el agricultor de quinua pertenece al sistema colectivo la probabilidad de participar en el PSCA incrementaría en 1.09 por ciento. Los cultivos priorizados (papa, Cañihua y Izaño) en la unidad agrícola también tienen alta significancia sobre la voluntad del agricultor el cual permite incrementar en la probabilidad de 1.05 por ciento; además, si el agricultor de quinua decide cultivar variedad nativa a pesar de no existir un programa de conservación aumentaría en el 5.28 por ciento de la voluntad de participar en el PSCA, así mismo los agricultores que cultivan más de 2 variedades nativas de quinua tienen alta significancia los que indica que están más dispuestos a participar, el cual permitiría un incremento en la probabilidad del 2.86 por ciento.

También se evidencia las variables que presentan significancia en el modelo de la DAPa, donde, la variable de costo del jornal del hombre tiene efecto positivo en la voluntad del agricultor por participar en cualquier esquema de conservación de las variedades nativas de quinua, lo que indica que cuanto mayor es el costo del jornal del varón la voluntad del agricultor por participar en el PSCA incrementa en 0.11 por ciento. Asimismo, si la UA

mantiene en sus chacras a los parientes silvestres de la quinua, la DAPa del agricultor en el PSCA incrementa en 0.76 por ciento.

Por otro lado, las variables que mejoran la explicación del modelo de DAPa, guardan una relación indirecta con la probabilidad de participación del agricultor de quinua en el PSCA, como las variables que indican si el agricultor cultiva más variedades comerciales de quinua reducen la probabilidad de participar en 0.28 por ciento; asimismo, cuando la UA asigna mayor cantidad de hectárea de chacra para cultivar quinua, la voluntad de participar es menor en 0.07 por ciento; también se observa que si la UA produce más cantidad de quinua en kilogramos, se reduce la probabilidad de conservar las variedades nativas en un programa de conservación en 0.0003 por ciento; así, cuando el agricultor cultiva hasta dos variedades nativas de quinua tiene menor probabilidad de participar en 0.39 por ciento; finalmente, se evidencia que si el agricultor participó anteriormente en un programa de conservación de la agrobiodiversidad se reduce la voluntad de participar en 0.72 por ciento.

Tabla 22: Resultado de regresión Disposición a Participar en el programa de conservación *in situ* de la diversidad nativa de quinua

Variable exploratoria	Disposición a Participar	
DAA	0.018	(-0.018)
Sistema_ColectivoSí	1.086**	0.432
CanastaCultivos_priorizadosSí	1.053***	(0.398)
CultivaVarComercial	-0.275	(0.377)
I (ExtensiónComerha + ExtensiónNativha)	-0.069	(0.995)
I (ExtensiónComerkg + ExtensiónNativkg)	-0.0003	(0.001)
I (log (ExtensionTotal_ha)	0.010	(0.270)
Jornal_Femenino	-0.003	(0.070)
Jornal_Masculino	0.109*	(0.066)
MantieneParienteSilvestre	0.755*	(0.397)
NativaCultivaria	5.277***	(0.964)
Cultivar2VarNativa.	-0.385	(0.634)
Cultivar>2VarNativa.	2.864***	(0.649)
Participó_PSCA	-0.715	(0.915)
Conoce_PSCA	0.494	(0.800)
Constant	-16.078*	(8.857)
Numero de observaciones	315	
Log Likelihood	-105.412	
Akaike Inf. Crit.	242.825	

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Nota: Números de color naranja muestran a los coeficientes de las variables significativas

Finalmente, se evaluó la eficiencia del modelo logit a partir del R de conteo de matriz de confusión, él nos permitió observar si existe las probabilidades en el modelo de cometer el error estadístico de Tipo I, es decir predecir las verdaderas decisiones de las personas, obtuvimos un R de conteo de 0.88, lo que nos indica una buena exactitud del modelo para la DAPa (**Anexo 10**).

La Figura 36, se muestra la función logit de la DAPa en el PSCA de conservación *in situ* de la diversidad nativa de quinua y sus parientes silvestres para los agricultores de quinua en general del Departamento de Puno; se observa la curva de S para $\pi(DAPa)_x$, donde, la tangente en un punto particular de x (DAPa) describe la tasa de cambio en ese punto, por lo tanto, la pendiente más pronunciada se obtienen cuando $\pi(DAPa)_x$ es igual a 0.50.

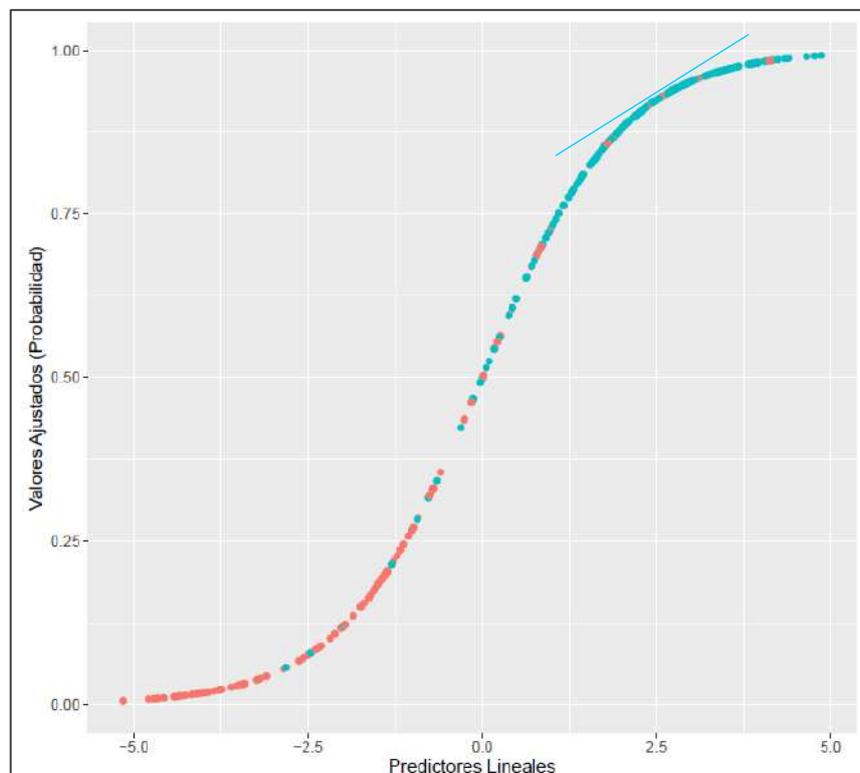


Figura 36: Función logit de la Disposición a Participar en el programa de conservación *in situ*

La Figura 37 se evidencia la relación entre la DAPa y el número de variedades nativas que los agricultores custodios tienen la voluntad de cultivar cuando participarían en el PSCA, donde el pico más alto de la DAPa es cuando el agricultor está muy seguro de participar en el PSCA, pero tiene una relación directa con el menor número de variedades nativas de quinua (entre uno a tres variedades); en el que, el 80 por ciento de los agricultores custodios del sistema individual conservaría tan solo dos variedades nativas de quinua, siendo las

combinaciones de variedades más frecuentes: Q’oito- Cullpi y Cuchiwillla – Chullpi, mientras que en el 60 por ciento de los custodios en el sistema agrícola colectivo cultivaría dos variedades, siendo las respuestas más frecuentes entre las variedades de Q’oito - Chullpi, Q’oito - Huariponcho y Cuchiwillla – Chullpi. También, se observa que más porcentaje de agricultores del sistema individual cultivarían seis variedades nativas que los agricultores del sistema colectivo.

Del reducido número de variedades nativas que el agricultor de quinua en el altiplano tienen la voluntad de cultivar en un PSCA, estaría corroborando el último informe reportado por el programa ReSCA implementado en 2010 en estas mismas zonas de los Andes, donde se reportó que para el 2020 solo el 15 por ciento de los productores seguirán manteniendo las variedades nativas de quinua impulsadas para su conservación (Drucker *et al.* 2021). Sin embargo, no es la única variable que tendría efecto sobre la probabilidad que el agricultor adopte una alternativa de incentivo del PSCA, por lo que, declara de esa manera el beneficio privado obtenido en base al costo de oportunidad propio del agricultor, por lo tanto, se evalúa los modelos de la DAA para ambos sistemas por separado.

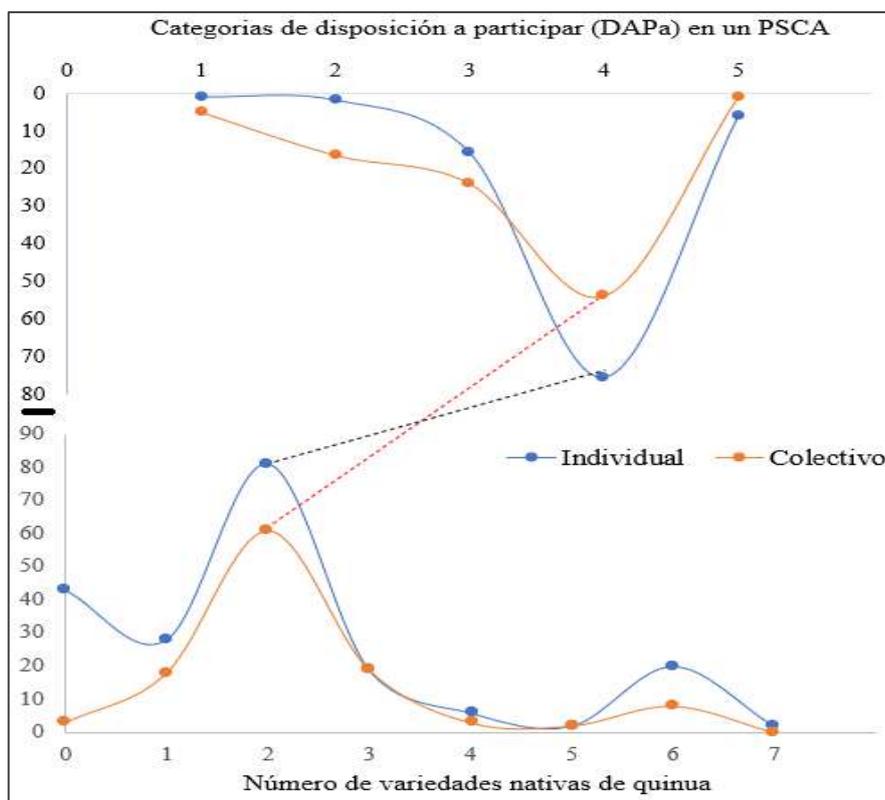


Figura 37: Disposición a Participar (DAPa) y el número de variedades nativas de quinua por los agricultores de quinua en el Departamento de Puno en el sistema agrícola colectivo e individual

4.3.3. Niveles de percepción sobre la Disposición a Aceptar un incentivo económico en el programa de servicios de conservación de la agrobiodiversidad en los sistemas agrícolas individual y colectivo

En el anterior ítem de los resultados de la investigación, se ha demostrado que los agricultores de quinua en el Departamento de Puno, la toma de decisión de cultivar las variedades nativas frente al grupo de variedades comerciales en los sistemas agrícolas individual y colectivo, es multicriterio. Sobre esta base, se ha analizado las diferentes categorías de la Disposición a Aceptar (DAA) un incentivo económico mínimo por proveer el servicio de conservación de las variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres por los agricultores de quinua en sus chacras. Las diferentes categorías de DAA un pago por el PSCA que incluyen las variables de percepción en cada sistema agrícola evaluado revela el verdadero costo de oportunidad que el agricultor percibe por proveer el servicio de conservación en el PSCA.

En la Tabla 23, se muestra el resumen estadístico de las frecuencias de la DAA para ambos sistemas agrícolas. En el resultado se observa mayor concentración de respuestas en las alternativas de montos más altos, siendo relativamente superior en porcentaje en el sistema individual para la tercera alternativa con la DAA como mínimo pago de S/. 4,501.00/ha/año (USD 1,229.78), también, se observa la segunda alternativa de DAA (min. S/.3,801.00/ha/año o USD 1,038.53) la concentración de respuestas es mayor en el sistema colectivo frente al sistema individual; sobre los resultados para la primera alternativa de DAA (min. S/. 1,000.00/ha/año o USD 464.48), ambos sistemas agrícolas están conformados por agricultores que sí están dispuestos a recibir ese monto económico como mínimo pago, no obstante, la proporción de agricultores es menor frente a las categorías más altas DAA en ambos sistemas agrícolas evaluadas.

Tabla 23: Resumen estadístico de la disposición a aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas de quinua

Variables dependientes	Categorías de la disposición a aceptar un pago por el servicio	Individual [201] 63.80%	Colectivo [114] 36.20%
Disposición a aceptar un incentivo por participar en el programa (DAA)*	0 = No incentivo/No contrato	35.8	29.8
	1 = S/. 1,000.00 - S/. 3,800.00	6.5	7
	2 = S/. 3,801.00 - S/. 4,500.00	16.9	26.3
	3 = S/. 4,501.00 - S/. 5,200.00	40.8	36.8

*La DAA fue presentada en soles del año 2021(junio) en ha/ año

Cabe resaltar que la frecuencia de declaración de agricultores de quinua que no tienen la voluntad de proveer el servicio de conservación en el PSCA, ya que se muestra en la anterior tabla con altas frecuencias para ambos sistemas agrícolas individual (35.8 por ciento) y colectivo (29.8 por ciento). Sin embargo, no significa que dichos agricultores de quinua no cultivarían las variedades nativas; esta respuesta es importante para las políticas públicas de conservación, pues en las comunidades no todos los integrantes estarían dispuestos a conservar, puesto que demuestra como un caso que podría ser contradictorio a los esquemas de compensación comunales.

Posteriormente, se muestra los resultados para la DAA mediante el análisis del modelo predictivo de clasificación procesada para los agricultores custodios que perciben un beneficio privado del PSCA de una de las alternativas de la DAA. En el análisis de los datos obtenidos de la encuesta, fue capaz de escoger un modelo predictivo alto, donde, el porcentaje global se ubicó por encima del cuartil 3, pronosticando de forma correcta el 80 por ciento de los casos de DAA en el sistema individual y el 95 por ciento en el sistema colectivo tal como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24: Bondad de ajuste del modelo de entrenamiento para la Disposición a Aceptar (DAA) un pago mínimo por conservar las variedades nativas de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo.

Indicadores	Modelo DAA - Individual			Modelo DAA - Colectivo		
	Global	Entrenamiento	Prueba	Global	Entrenamiento	Prueba
VARIABLES INICIALES	222	24	24	222	23	23
Nivel de confiabilidad	-	0.95	0.8	-	0.95	0.95
Df	-171	-	-	-106	-	-
Resid. Dev	55.76	-	-	0.00	0.0	-
AIC	799.8	580.0	-	440.0	318.0	-
llh	-	-168.4	-	-	-100.0	-
llhNull	-	3.4	-	-	2	-
G2	-	6500	-	-	9900	-
McFadden	-	1	-	-	1	-
r2ML	-	0.9	-	-	0.92	-
r2CU	-	1	-	-	1	-
ji	336.79	-	-	200.02	-	-
gl.ji	285	-	-	156	-	-
p valor	0.02	-	-	0.01	-	-

Nota*: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Nota: Números de color naranja muestran los valores que mejoraron del modelo inicial

La validación de la calidad del modelo predictivo de la DAA del sistema agrícola individual, demuestra claramente que el modelo global de la DAA reveló un *Chi – Cuadrado*

significativo, ya que, el *p-value* fue de 0.02 ($p < 0.05$), lo que permite concluir que no todos los coeficientes son nulos, por lo tanto, se procedió a elegir las variables del modelo de entrenamiento estimado, donde, mejoró significativamente al modelo global, el cual, se toma como prueba al estadístico de bondad de ajuste AIC que indica, cuanto es menor es el valor de AIC el modelo predictivo es mejor, puesto que se mostró una mejora de 799.8 a 580 para el modelo $DAA_{Individual}$ y 440 a 318 para el modelo de la $DAA_{Colectivo}$, entonces, los modelos de entrenamiento mostrados posteriormente tienen buena calidad predictora para la variable de respuesta DAA (**Anexo 11**).

Después de evaluar los modelos, se muestra los coeficientes estimados para las variables de respuesta DAA en el Modelo Logit Multinomial (MLM) para las categorías de los sistemas agrícolas individual y colectivo. Finalmente, los modelos mostraron tener un buen ajuste con un total de 22 variables que son altamente significativas para el MLM en el sistema agrícola colectivo y 21 variables para el sistema agrícola individual (Tabla 25), los parámetros obtenidos en cada uno de los MLM son presentados en el **Anexo 12** para el sistema individual y en el **Anexo 13** para el sistema colectivo, para todos los casos se han considerado como referencia a la primera categoría de cada variable, tanto de la variable de respuesta DAA, así como de las variables predictoras.

Las declaraciones de la DAA un pago por la conservación de variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres en el Departamento de Puno, la regresión de los MLM permitió verificar la consistencia de los resultados de DAA y revelar otros hallazgos relevantes sobre la voluntad de los agricultores a participar en el PSCA. El nivel de confiabilidad de clasificación de los modelos obtenidos confirma que la cantidad mínima de la disposición a recibir un incentivo monetario tiene el impacto significativo de clasificar en una de las tres alternativas de DAA considerando las variables de alta significatividad de los coeficientes, lo que significa que las variaciones en puntos porcentuales de las variables mencionadas en la Tabla 25 anterior muestra la probabilidad de elegir una alternativa de beneficio percibido por el jefe de la UA frente al PSCA.

Tabla 25: Variables significativas en el modelo de probabilidad de disposición a aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas de quinua

Beneficios privados del PSCA	Sistema Colectivo	Sistema Individual
	Constante	Constante
	Sexo_Masculino	Sexo_Masculino
	Edad	Edad

<<Continuación>>

	Información	Producción	Percepción
DAA 0 No participa/ No Contrato	Integrantes_familia NivelEdu_PrimeriaI IngresoMes < S/250 FuenteIngres_Ganadería Idioma_Quechua Altura_ubicación (msnm)		
DAA 1 1000 a 3800 Soles/ ha/ año	MainProduct_Papa&Cañihua Rendimiento_VarComercial Número_VarComercial Rendimiento_VarNativa Número_VarNativa SolesKg_VarComercial VariedadNat_Blancas VariedadNat_Witulla VariedadNat_Quito VariedadNat_Pasankalla VariedadCom_BlancaJuli VariedadCom_Pasankalla VariedadCom_NegraCollana VariedadCom_Kankolla VariedadCom_SalcedoINIA VariedadCom_RosaTaraco SelecciónSemilla_VarónUA DistanciaMercado (km) ParticipóPSCA CostoTotalSiembra MantienePSilvestre	Integrantes_familia NivelEdu_PrimeriaI IngresoMes < S/250 FuenteIngres_Ganadería Idioma_Quechua Altura_ubicación (msnm) MainProduct_Papa&Cañihua Rendimiento_VarComercial Número_VarComercial Rendimiento_VarNativa Número_VarNativa SolesKg_VarComercial - VariedadNat_Witulla VariedadNat_Quito VariedadNat_Pasankalla VariedadCom_BlancaJuli VariedadCom_Pasankalla VariedadCom_NegraCollana VariedadCom_Kankolla VariedadCom_SalcedoINIA VariedadCom_RosaTaraco SelecciónSemilla_VarónUA DistanciaMercado (km) ParticipóPSCA CostoTotalSiembra MantieneParienteSilvestre	
DAA 2 3801- 4500 soles/ ha/año			
DAA 3 4501- 5200 soles/ ha/ año	Cultivaria1Nativa Cultivaria2Nativa Cultivaria3Nativa Cultivaria4Nativa Cultivaria5Nativa Cultivaria6Nativa EsquemaDAA_1año EsquemaDAA_3años EsquemaDAA_SinContrato		Cultivaria1Nativa Cultivaria2Nativa Cultivaria3Nativa Cultivaria4Nativa Cultivaria5Nativa Cultivaria6Nativa EsquemaDAA_1año EsquemaDAA_3años EsquemaDAA_SinContrato

- ***Pronóstico evaluado en para el Modelo de Regresión Multinomial de la DAA en el sistema agrícola individual***

En seguida se muestra los gráficos del comportamiento de la probabilidad en las predicciones generadas con las variables independientes del modelo predictivo para la DAA y las variables cuantitativas continuas en el sistema individual, los cuales evidencian tres tipos de patrones (Figura 40, 41 y 42) de acuerdo con las categorías por cada valor de nivel mínimo de la DAA que el agricultor de quinua está dispuesto a aceptar por proveer el servicio de conservación en un PSCA.

En la Figura 38, se evidencia una predicción generada con el modelo de probabilidad de la DAA, donde pronostica para la UA que invierte más de S/. 6,000/ha (USD 1,639.34) en el

proceso de preparación de terreno y siembra para el cultivo de quinua, la UA se ubica a una altura superior de los 3950 m.s.n.m, el jefe de la UA tiene la edad superior a los 70 años, la variedad nativa de quinua comercializa a más de S/3.00 /kg, así también tienen una producción con altos rendimiento para las variedades nativas y comerciales. Incluido que el agricultor accede a vender la producción de quinua a mercados de capital de provincia,

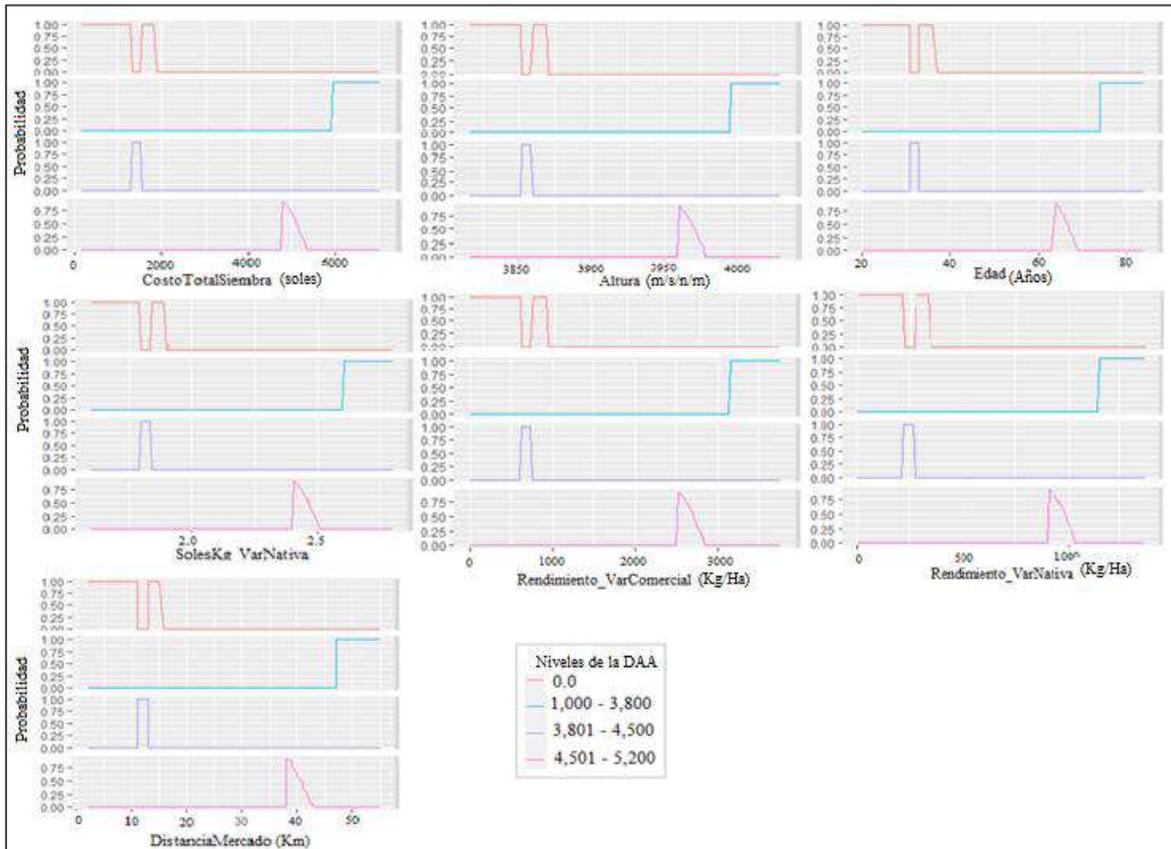


Figura 38: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el primer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola individual

De forma que, incluir efectos de las variables que se comportan sobre el segundo patrón (Figura 39), lo que indica que el número de variedades nativas de quinua que cultivan en sus chacras es mayor a cuatro unidades, y el número de integrantes de la UA es mayor a 7.5 miembros.

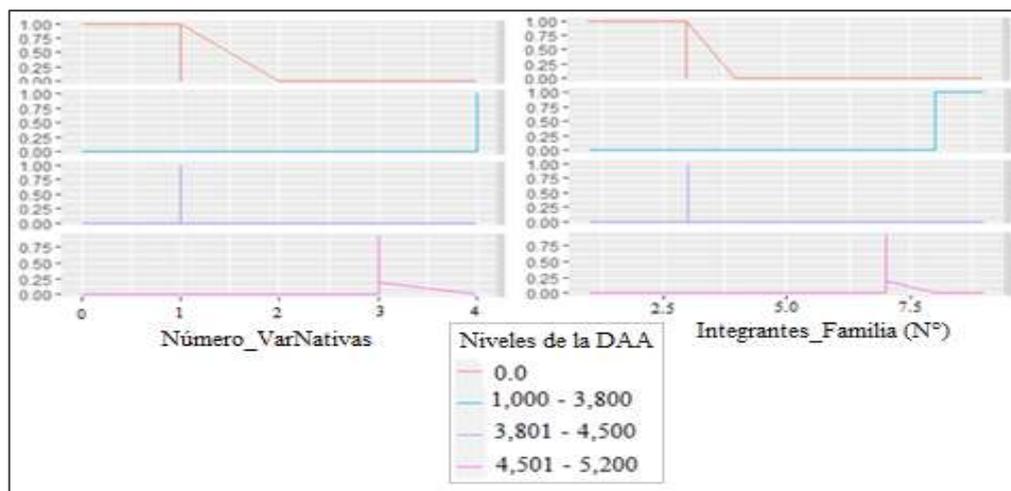


Figura 39: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el segundo patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola individual

Adicionalmente, las variables del comportamiento de la probabilidad con el tercer patrón (Figura 40), donde se señala que también cuentan con mayor diversidad de variedades comerciales de quinua, bajo este pronóstico del modelo generado, la probabilidad que la UA declare aceptar como mínimo incentivo es la primera categoría de la DAA (S/. 1000 a 3,800 /ha/ año) cuando el agricultor conservacionista de quinua pertenece al sistema agrícola individual. Siendo, de esa manera la interpretación para las demás categorías de la DAA en base a el modelo logístico predictivo obtenido para en sistema agrícola individual.

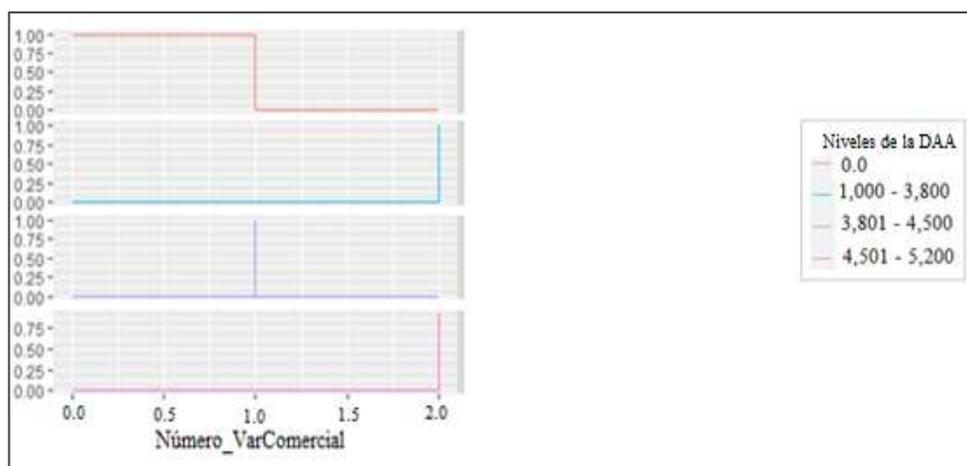


Figura 40: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el tercer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola individual

- **Pronóstico evaluado en para el Modelo de Regresión Multinomial de la DAA en el sistema agrícola colectivo**

Se muestra los gráficos del comportamiento de la probabilidad en las predicciones generadas con las variables independientes del modelo predictivo para la DAA y las variables cuantitativas continuas en el sistema agrícola colectivo, los cuales, también evidencian tres tipos de patrones (Figura 43, 44 y 45) de acuerdo con las categorías por cada valor de nivel mínimo de la DAA que el agricultor de quinua está dispuesto a aceptar por proveer el servicio de conservación en un PSCA.

Así, en la Figura 41, se evidencia una predicción generada, es decir, la probabilidad pronosticada para la UA que invierte más de S/. 900 a S/1,000 /ha en el proceso de preparación de terreno y siembra para el cultivo de quinua, la UA se ubica a una altura superior de los 3800 a 3850 m.s.n.m, el jefe de la UA tiene la edad entre 20 años y 43 años, y que la variedad nativa de quinua comercializa entre S/2.00 a S/2.50/kg, y que tienen una producción de quinua con rendimiento para las variedades nativas y comerciales entre 500 kg/ha a 1000 kg/ha.

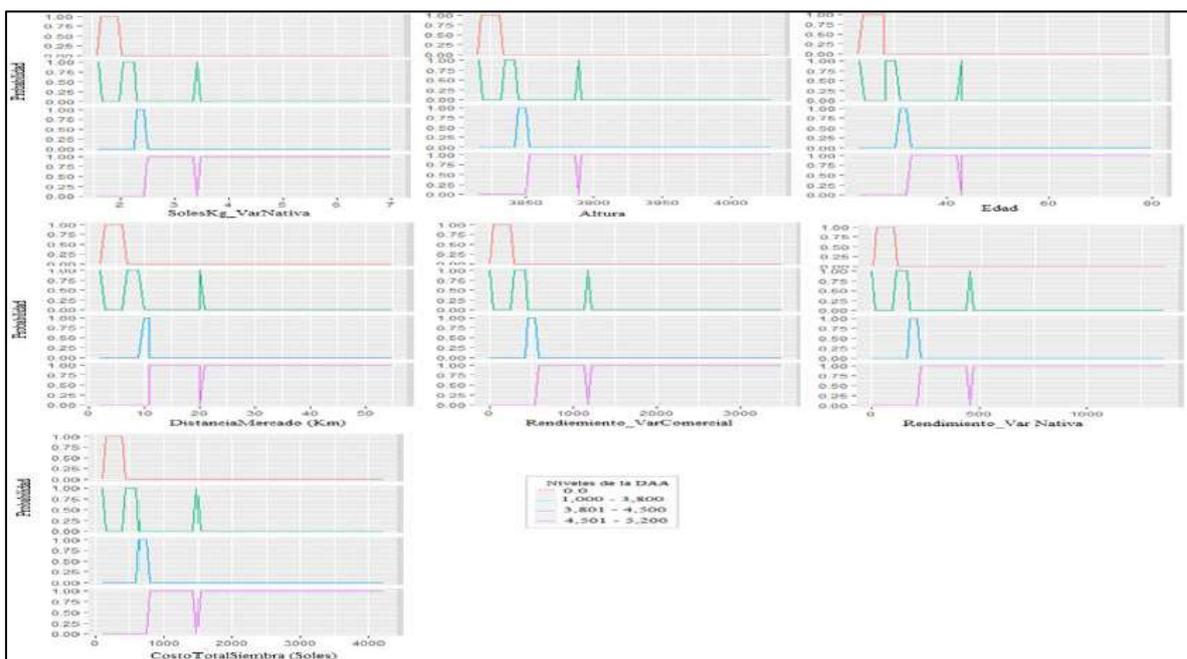


Figura 41: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el primer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola colectivo

Así mismo, que la UA accede a vender la producción de quinua a mercados locales, e incluir efectos de las variables que se comportan sobre el segundo patrón (Figura 42), lo que indica

que el número de variedades nativas de quinua que cultivan en sus chacras es entre uno a dos unidades, y el número de integrantes de la UA es alrededor de 4.5 miembros;

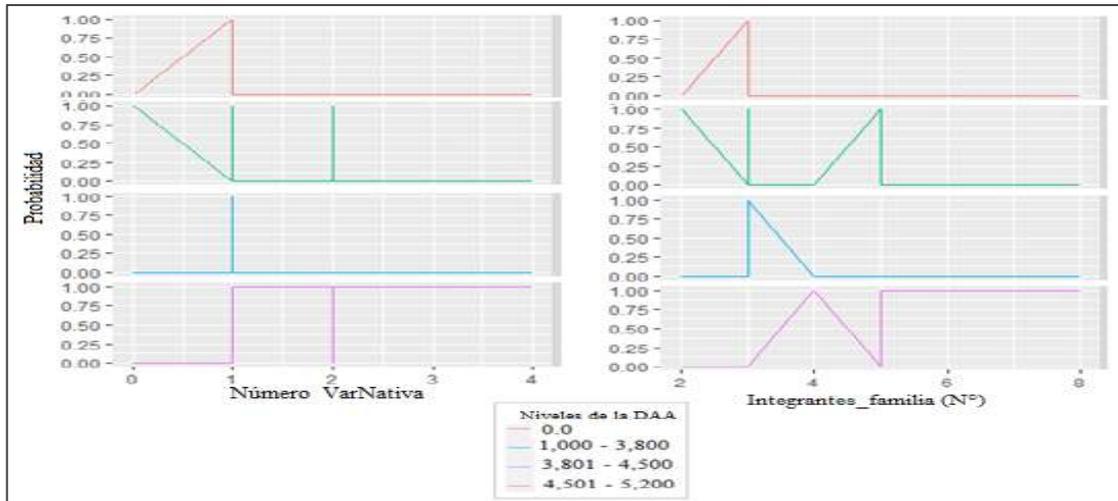


Figura 42: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el segundo patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago mínimo por conservar las variedades nativas en el sistema agrícola colectivo

Adicionalmente, el comportamiento de la probabilidad de las variables con el tercer patrón (Figura 43), donde se señala que también cuentan con reducida diversidad de variedades comerciales de quinua (< 1), bajo este pronóstico del modelo generado la UA tiene alta probabilidad de elegir un mínimo incentivo primera categoría de la DAA (S/. 1000 a 3,800 /ha/ año) cuando el agricultor conservacionista de quinua pertenece al sistema agrícola colectivo.

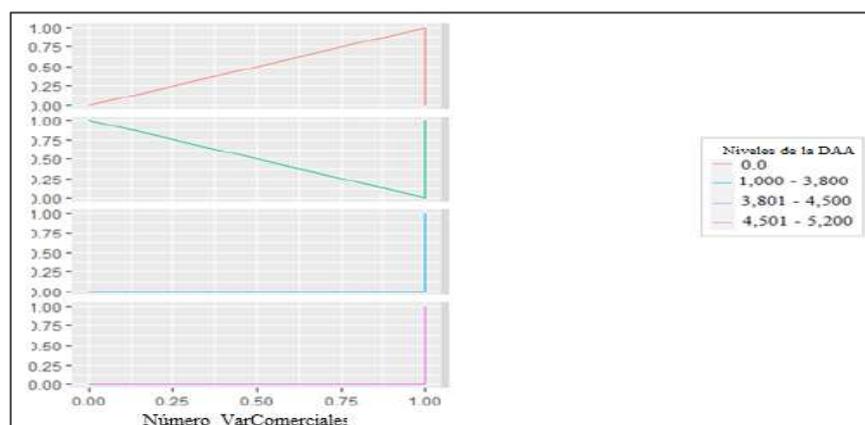


Figura 43: Probabilidades para las variables cuantitativas continuas categorizadas para el tercer patrón por cada nivel de la Disposición a Aceptar un pago por proveer el servicio de conservación *in situ* de las variedades nativas en el sistema agrícola colectivo

Los modelos predictivos para cada sistema agrícola tienen buen ajuste, es decir son buenos predictores, además, se demostró que los beneficios privados percibidos por los agricultores del sistema agrícola colectivo a pesar que declararon valores de la DAA similar a los agricultores del sistema agrícola individual, los patrones de probabilidad de las diferentes variables cuantitativas continuas son diferentes, por lo tanto, es coherente la diferenciación de proveer incentivos a los agricultores en base a la percepción de los beneficios privados en los esquemas del PSCA debido a que evidencia el verdadero costo de oportunidad por cultivar las variedades nativas de quinua en sus chacras.

El resumen a los resultados obtenidos en este ítem se detalla de la siguiente manera:

Los agricultores de quinua en el Departamento de Puno en su mayoría están dispuestos a participar en un PSCA, donde los resultados revelaron que el 78.6 por ciento de los agricultores del sistema individual tienen la voluntad de participar y el 97.3 por ciento de los agricultores en el sistema colectivo, los cuales, están supeditados principalmente por el tipo de sistema agrícola, además, si la UA mantiene los parientes silvestres en sus chacras, y aquellas UA que cultivan más de 2 variedades nativas tienen mayor voluntad a proveer el servicio de conservación de variedades nativas de quinua en el PSCA. Los resultados también revelaron que más del 60 por ciento de los agricultores del sistema agrícola colectivo y más del 80 por ciento del sistema agrícola individual solo conservarían 2 variedades nativas de quinua.

Por otro lado, los beneficios privados percibidos por el agricultor de quinua fueron obtenidos con los resultados logísticos multinomiales, donde muestran que la información de la UA como ser mujer, edad, nivel de educación, ubicación de la UA, la zona cultural Aymara o Quechua; variables de producción, como, rendimiento de la quinua, número de variedades nativas y comerciales existentes, precio de mercado de la quinua de variedad nativa, distancia al mercado, mantenimiento de parientes silvestres, selección de la semilla por la mujer, y costos total de siembra; y, variables de percepción el número de variedades nativas que cultivaría y el tipo de esquema del contrato en el PSCA fueron factores que tienen efecto sobre la probabilidad de elegir la DAA un pago mínimo por proveer el servicio de conservación. Por lo tanto, el modelo predictor tiene el 80 por ciento y el 95 por ciento de calidad de predicción en el sistema individual y colectivo respectivamente.

4.4. COSTOS DE OPORTUNIDAD ECONÓMICO DEL CULTIVO DE QUINUA NATIVA Y COMERCIAL OBTENIDOS POR LOS AGRICULTORES DE QUINUA EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO

4.4.1. Contraste de hipótesis específica 3

El costo de oportunidad económico por proveer el servicio de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de las variedades nativas de quinua sobre las variedades comerciales, incluido cualquiera de las alternativas de disposición a aceptar (DAA) un pago mínimo del PSCA, serían distintos entre los sistemas agrícolas individual y colectivo. Siendo mayor el costo de oportunidad económico en los sistemas colectivos.

4.4.2. Costos de producción y costos de oportunidad en la producción de quinua

Para evidenciar el costo de oportunidad económico (COE) que el agricultor de quinua del Departamento de Puno obtiene por dejar de cultivar las variedades comerciales de quinua y optar por las variedades nativas, fue necesario calcular los costos de producción en soles para las variedades nativas y comerciales en los sistemas agrícolas individual (**Anexo 14**) y colectivo (**Anexo 15**), los cuales fueron estandarizadas para una hectárea, también se calculó los ingresos medio por la producción total de quinua, donde se asumió que el 100 por ciento de la producción de quinua es valorizada al precio promedio de las variedades nativas y comerciales en el mercado local.

En la Tabla 26, se muestra la utilidad neta (UN) de la producción de quinua de las variedades nativas y comerciales para ambos sistemas agrícolas evaluadas, donde, se evidencia una pérdida económica cuando el agricultor del sistema agrícola individual asigna el total de su producción de quinua de variedades nativas para la venta (presentación en grano) al mínimo precio registrado en los mercados locales (S/1.6/kg) para el periodo de evaluación, caso similar sucede en el sistema agrícola colectivo, siendo la pérdida aún mayor para este último sistema (S/- 320.7 o USD - 87.2).

Respecto al COE para la conservación *in situ* de las variedades nativas sobre la producción de variedades comerciales de quinua para agricultores del sistema individual es negativo, similar resultado se muestra en el sistema colectivo. Al realizar la comparación del COE para la conservación *in situ* de variedades nativas de quinua entre los sistemas agrícolas individual y colectivo se muestra mejor, el sistema agrícola individual es mayor en S/274.3 frente al sistema agrícola colectivo, siendo evaluado con precios promedios para las variedades de quinua nativas (S/. 2.1/Kg) y comerciales (S/. 3.2/ Kg) (Tabla 26).

Tabla 26: Costos de oportunidad por cultivar las variedades nativas de quinua frente a las comerciales en el Departamento de Puno según a los sistemas agrícolas individual y colectivo

Sistema agrícola	Var. de quinua	Producción (kg/1ha)	Precio Mercado (soles/kg)	Ingreso Total ^a (Soles)	Costos de Producción (Soles)	Utilidad Neta de la producción (Soles)	Costo de Oportunidad Económico ^b
Individual	Nativa (Alt1)	898.4	\bar{X} 2.1	1886.6	1556.0	330.6	(Alt1 - Alt2) -1122.7
			Min. 1.6	1437.4	1556.0	-118.6	
			Max. 2.8	2515.5	1556.0	959.5	
	Comercial (Alt2)	1207.9	\bar{X} 3.2	3865.3	2412.0	1453.3	
			Min. 2.9	3502.9	2412.0	1090.9	
			Max. 3.5	4227.7	2412.0	1815.7	
Colectivo	Nativa (Alt3)	895.8	\bar{X} 2.1	1881.2	1754.0	127.2	(Alt3 - Alt4) - 1397.0
			Min. 1.6	1433.3	1754.0	-320.7	
			Max. 2.8	2508.3	1754.0	754.3	
	Comercial (Alt4)	1125.1	\bar{X} 3.2	3600.2	2076.0	1524.2	
			Min. 2.9	3262.7	2076.0	1186.7	
			Max. 3.5	3937.7	2076.0	1861.7	

^aEl ingreso total es por venta de quinua que fue calculado asumiendo que el productor vende toda la producción de quinua a precio de mercado local. ^bDiferencia entre la alternativa de cultivar la variedad nativa o comercial

Nota: Números de color naranja muestran valores resaltantes para el análisis de COE entre las variedades nativas y comerciales

Las alternativas menos beneficiosas económicamente para los agricultores de quinua en sistemas agrícolas son cuando el agricultor elige cultivar las variedades nativas frente a las variedades comerciales, básicamente por el bajo precio en el mercado local y el bajo rendimiento obtenido de las variedades nativas, a pesar que el costo de producción se muestra inferior por los reducidos insumos agrícolas que el agricultor utiliza en las labores culturales, el costo de oportunidad económico es mayor con la producción de quinua de variedades comerciales en ambos sistemas.

Por los resultados demostrados en la tabla anterior, se ve necesario hacer una comparación de los COE que el agricultor custodio declaró una DAA como pago mínimo por proveer el servicio de conservación de las variedades nativas de quinua en sus chacras para un PSCA en el Departamento de Puno. En la Tabla 27, se observa que los COE en los diferentes niveles de DAA mejora el beneficio económico del agricultor en ambos sistemas agrícolas (caso

hipotético donde el agricultor asigna toda su producción para la venta), siendo superior en S/.274.3 (USD. 75) para todas las categorías de los agricultores del sistema individual frente al sistema colectivo.

Tabla 27: Comparación del costo de oportunidad en los diferentes niveles de Disposición a Aceptar un pago por proveer el servicio de conservación en el Programa de Servicio de conservación de Agrobiodiversidad

Sistemas agrícolas	Variedad de quinua	Costo de Oportunidad DAA0 (S/.)	DAA 1 (S/.)	DAA 2 (S/.)	DAA 3 (S/.)
Individual	Nativa	-1122.7	577.3	2678.3	3378.3
	Comercial				
Colectivo	Nativa	-1397.0	303.0	2404.0	3104.0
	Comercial				

Nota: Números de color naranja muestran valores resaltantes para el análisis de COE entre las variedades nativas y comerciales sin el PSCA

En la tabla anterior, se mostró los resultados para el caso hipotético donde los agricultores asignan para la venta toda la producción de quinua obtenida en la UA, sin embargo, es poco probable que el agricultor realice tal distribución del producto, por lo tanto, en la Tabla 28, se muestra la distribución promedio de la producción de quinua en base a la distribución obtenida de las UA en el Departamento de Puno, así, para mejor cálculo se ha distribuido en ingreso monetario y no monetario por la producción de quinua, puesto que, el incentivo del esquema del PSCA toma como referencia la DAA un pago mínimo en soles/año/ha por la conservación de las variedades nativas de quinua en sus chacras.

En la Tabla 28, también podemos diferenciar que el ingreso monetario en el sistema individual por las variedades nativas de quinua es mayor que en el sistema agrícola colectivo en S/. 326.6, esta diferencia se muestra debido a que los agricultores del sistema individual asignan mayor cantidad de quinua para la venta, además, el costo de producción por hectárea resultó menor en el sistema individual, de los datos descriptivo se afirma que en el sistema colectivo realizan múltiples actividades agrícolas que requiere mano de obra, la cual fue valorizada en jornales para el costo de producción (**Anexo16**).

Tabla 28: Ingreso aproximado monetario y no monetario según a la distribución de la producción de quinua en la unidad agrícola de los sistemas individual y colectivo

	Variedad de quinua	Costos de Producción total (Soles/ha)	Distribución de quinua en la unidad agrícola					Total
			Monetario		No monetario			
			Venta	Autoconsumo	Semilla	Rituales	Trueque	
Individual	Nativa	1556.0	56%	36%	8%	0.02%	0.3%	100%
			504.9 kg	318.9 kg	71.9 kg	0.18 kg	2.7 kg	898.6 kg
			S/1,060.3	S/669.8	S/560.6	S/0.4	S/5.7	S/2,296.7
	Comercial	2412.0	52%	41%	7%	0%	0%	100%
629.3 kg			491.6 kg	86.8 kg	0 kg	0.5 kg	1208.1 kg	
		S/2,013.8	S/1,573.2	S/677.4	S/0.0	S/1.5	S/4,266.0	
Colectivo	Nativa	1754.0	39%	55%	5%	0%	1%	100%
			349.4 kg	494.5 kg	47.7 kg	0 kg	4.5 kg	896.1 kg
			S/733.7	S/1,038.4	S/372.4	S/0.0	S/9.4	S/2,154.0
	Comercial	2076.0	45%	48%	7%	0%	0%	100%
508.5 kg			535.5 kg	76.5 kg	0.6 kg	3.5 kg	1124.6 kg	
		S/1,627.3	S/1,713.7	S/596.7	S/1.8	S/11.2	S/3,950.7	

Nota*: La venta por kg de quinua de la variedad nativa fue S/2.1 (USD 0.57), variedad comercial fue de S/3.2 (USD 87), y la semilla fue analizada con el precio promedio de semilla en el mercado local S/7.8 (USD 2.13) por kg

Nota: Números de color naranja muestran valores resaltantes para el ingreso monetario por cada rubro a el que distribuye la producción de quinua en variedades nativas y comerciales

Finalmente se presenta la Tabla 29, donde se evidencia la comparación del ingreso económico anual por hectárea de la producción de quinua de variedades nativas para el agricultor quinua en el Departamento de Puno con y sin el PSCA. Se observa que en todos los niveles de DAA un pago mínimo por proveer el servicio de conservación el agricultor custodio mejora su ingreso monetario anual por la producción de quinua de las variedades nativas, los cuales, estarían mejorando sus beneficios privados en diferentes factores según a las características de la UA.

Tabla 29: Ingresos monetario aproximado por la conservación de variedades nativas en el Departamento de Puno en los sistemas agrícolas individual y colectivo con y sin el Programa de Servicio de Conservación de Agrobiodiversidad.

Sistemas agrícolas	Variedad de quinua	Ingreso monetario DDA0 (S/.)	Ingreso monetario DAA 1 (S/.)	Ingreso monetario DAA 2 (S/.)	Ingreso monetario DAA 3 (S/.)
Individual	Nativa	-953.5	S/46.5	S/2,847.5	S/3,547.5
Colectivo	Nativa	-893.6	S/106.4	S/2,907.4	S/3,607.4

El resumen a los resultados obtenidos en este ítem se detalla de la siguiente manera:

El costo de producción estandarizado del cultivo de quinua de las variedades nativas en el Departamento de Puno, varían entre los tipos de sistemas agrícolas, donde el sistema individual es menor al sistema colectivo, básicamente por la valorización de la mano de obra familiar.

El costo de producción de las variedades comerciales de quinua resultó ser mayor a las variedades nativas en ambos sistemas agrícolas, fundamentalmente por los insumos de abono y mano de obra en actividades culturales como deshierbe, donde los agricultores de quinua en chacras de cultivo de variedades nativas generalmente no realizan otras actividades agrícolas después del sembrío y la cosecha. Cabe recalcar que los costos en mano de obra fueron altos, por lo que, a pesar de que no se muestra claramente la diferencia en los costos de producción, en el desarrollo de la investigación se logró diferenciar a los agricultores que utilizan maquinarias para la cosecha de la quinua, quienes se mostraron más eficientes económicamente indistintamente a las variedades de quinua o al sistema agrícola, lo cual, registraron menores costos de producción.

Los costos de oportunidad económico para el agricultor de quinua, quien elige la alternativa de cultivar las variedades nativas, resultan ser negativos, los cuales mejoran con cualquier alternativa de la DAA un pago mínimo identificado para el PSCA en el Departamento de Puno. Los resultados indican que, los valores de costos de oportunidad económico revelados en esta investigación son superiores para el agricultor individual frente a los agricultores de los sistemas agrícolas colectivo.

4.5. DISCUSIONES

Durante mucho tiempo los fitomejoradores han visto y valorado a la biodiversidad exclusivamente como fuente de genes; es decir como un valioso recurso al cual acudir para

diseñar o recuperar variedades o cultivares de alto potencial de rendimiento, debido a que paradójicamente la agricultura moderna ha impulsado a su monocultivo, así los convierte en ecológicamente susceptibles (Sarandón 2010). Sumado a él, se identifica el rol de los agricultores custodios, quienes gestionan los recursos genéticos mediante la diversidad nativa de los cultivos y sus parientes silvestres en sus chacras (Sthapit *et al.* 2008), de esa manera contribuyen a los programas de mejoramiento genético entregando un valor de opción, así también proveen atributos culturales, históricos y medio ambientales, los cuales incrementan su importancia al beneficio público local, nacional e internacional (Drucker *et al.* 2001).

Sin embargo, las fallas de mercado al no valorar a las variedades nativas de los cultivos locales y mucho menos a los parientes silvestres, conllevan a la pérdida del material genético del cultivo, así como al capital humano desvalorando los conocimientos del agricultor custodio (Pascual *et al.* 2011). A lo largo de los años, muchos investigadores han planteado diferentes esquemas de compensación a los agricultores por los diferentes servicios agroambientales, se han reportado aproximadamente 216 programas de compensación (Jarvis *et al.* 2011), esa información permite focalizar los vacíos de la investigación, y señalar que no solo requiere de más estudios de esquemas primarios (Bellon *et al.* 2015, Ahiale *et al.* 2019), sino también de un análisis profundo para capturar las preferencias de los agricultores sobre los factores económicos, ambientales y socioculturales en la provisión del servicio de conservación de la agrobiodiversidad. Bajo este enfoque se desarrolla la discusión a este trabajo de investigación.

Conservar la diversidad genética de la quinua, es fundamental y estratégico porque este cultivo desempeña un rol esencial en la seguridad y soberanía alimentaria, por sus características nutricionales y su resistencia a los diferentes aspectos del cambio climático, aporta de forma significativa a las necesidades básicas de la población y es parte del patrimonio ancestral y cultural de los países andinos, y ahora su importancia trasciende a nivel mundial (Mujica y Jacobsen 2006, Bazile *et al.* 2016, Ruiz *et al.* 2020).

Los agricultores del Departamento de Puno han sido capaces de domesticar y gestionar diferentes especies de cultivos nativos, siendo la quinua una de las especies de mayor diversidad genética en los Andes del Altiplano (Tapia *et al.* 2014). Sin embargo, a partir del *boom* de la quinua este cultivo de importancia para la seguridad alimentaria está cambiando el enfoque de producción (Bedoya-Perales *et al.* 2018 a), lo cual, debilita a los sistemas de

producción agrícola, donde uno de los sistemas muy reconocidos en la agricultura tradicional es el sistema colectivo, a lo largo de los años estos sistemas fueron más efectivos para la sostenibilidad de la agrobiodiversidad en los Andes, particularmente en Puno son los *aynokas* o *laymes*, actualmente este sistema está en proceso de desaparición debido a las restricciones impuesta desde la época republicana hasta las políticas agrícolas actuales de intensificación (Vargas-Huanca *et al.* 2016).

Hoy en día la producción del cultivo de quinua puede diferenciarse hasta en cuatro sistemas de producción entre ellas se encuentran el sistema tradicional, mixta, orgánica y convencional (Pinedo-Taco *et al.* 2018), desde este punto la conservación *in situ* de quinua en las chacras de manejo individual o colectivo se encuentran en el sistema tradicional (Rojas *et al.* 2014, Vargas-Huanca *et al.* 2016).

En el caso de la presente investigación, se ha registrado que el 64 por ciento de los encuestados pertenecían al sistema individual y tan solo el 36 por ciento fueron del sistema colectivo, las encuestas fueron tomadas en nueve provincias del Departamento de Puno, por lo que, se corrobora lo mencionado por diversos autores, quienes señalan la individualización de los sistemas agrícolas en Puno por efectos de la extensión productiva por presión del mercado (Rojas *et al.* 2014, Huanca *et al.* 2015, Bedoya-Perales *et al.* 2018 a, 2018 b), al igual que está sucediendo en el vecino país de Bolivia. Según Walsh-Dilley (2016) revela que el auge de la quinua en Bolivia, trajo consigo conflictos o tensiones subyacentes entre las ganancias individuales y los intereses colectivos, los cuales afectan a la resiliencia de manejo de bienes públicos y la reducción de acuerdos colectivos.

Sobre la homogenización de la diversidad de quinua en el Departamento de Puno, según los reportes de Fuentes *et al.* (2012) las variedades de quinua más representativas en la actualidad es el grupo de la Blanca de July, pero aún se mantienen en las zonas agroecológica Circunlacustre. Tapia *et al.* (2014) han reconocido 12 razas de quinua nativa cultivadas en diferentes zonas agroecológicas del Altiplano; según estos mismos autores señalan que los agricultores custodios mantienen hasta 10 variedades nativas de quinua.

Efectivamente, en esta investigación se identificó la homogeneidad de las variedades comerciales encontrándose las más representativas donde aproximadamente el 80 por ciento de las variedades comerciales son la Blanca de July y la Kankolla; mientras que las variedades nativas más representativas fueron el grupo de las Blancas, Qoitos y el grupo de

las Chullpis; sin embargo, no se ha encontrado a agricultores que tengan más de tres grupos de variedades nativas de quinua.

Tapia *et al.* (2014) y Vargas-Huanca *et al.* (2016) señalan que los agricultores custodios en el Departamento de Puno son mayores de 60 años, quienes se dedican a conservar las variedades nativas en sus chacras, este dato fue corroborado en esta investigación, sin embargo, dicha información solo está relacionado a los agricultores del sistema colectivo, mientras que, los agricultores del sistema individual, mostraron otro patrón, que a los 60 años reportaron menores número de variedades nativas en su UA.

Más allá de la descripción estadística de los agricultores de quinua, es pertinente evaluar el comportamiento y los objetivos la producción a profundidad. Para la conservación de recursos genéticos a escala global, está sujeta a tres escalas: Local, nacional y global, los cuales son respuestas por la toma de decisión del agricultor, los gobiernos locales y nacional, los países y los tratados internacionales respectivamente (Jackson *et al.* 2007, Narloch *et al.* 2011), las cuales, permiten monitorear bajo ese mismo enfoque la sostenibilidad de los esquemas de conservación.

Según Wainwright *et al.* (2019) incluir a través de marcos de criterios múltiples permite aumentar el beneficios en la conservación de los recursos zoogenéticos, quienes también demuestran la posibilidad de combinar criterios de equidad social, diversidad y las implicaciones de costos, permitiendo de esta manera reducir los costos de un programa de conservación hasta en 15 por ciento. Los enfoques multicriterios son necesarios para equilibrar la eficacia ambiental, social y económico, existe fuertes argumentos para no aislar los factores ambientales y socioculturales de las metas de los PSCA (Narloch *et al.* 2013, Midler *et al.* 2015).

Realizando el análisis comparativo entre los agricultores de quinua sobre los criterios de decisión por cultivar las variedades nativas de quinua en el Departamento de Puno, en esta investigación se ha identificado agricultores del sistema individual y colectivo que cultivan las variedades nativas por decisión multicriterio, resultados que difieren a los agricultores de quinua del Departamento de Junín, en un trabajo reportado por Gamboa *et al.* (2018), donde demuestran que los agricultores de quinua de Junín prefieren cultivar las variedades comerciales a las variedades nativas, siendo el criterio más importante la resistencia al mildiu como característica más importante de la variedad comercial.

Los hallazgos en la presente investigación marcan un análisis detallado de los criterios y sub-criterios más importantes en la decisión de cultivar las variedades nativas de quinua, los cuales no solo son económicos, sino que es multicriterios de combinaciones de sub-criterios ambientales y socioculturales, aunque cabe recalcar que los sub-criterios económicos siempre fueron parte de los objetivos en la toma de decisión de los diferentes segmentos de dentro de los individuales, así como en los colectivos, también es necesario recalcar que los segmentos que asignan más peso a los criterios económicas asignan mayor peso inverso a la voluntad de participar en un programa de conservación de agrobiodiversidad.

Los sub-criterio *Resistencia a plagas y enfermedades factores adversos al clima* y la *Seguridad alimentaria*, siendo que ambos sub-criterios pueden tener dos acepciones: ofrecer mejor calidad ambiental y constituye una fuente de alimentación familiar respectivamente, este último sub-criterio le permite tener cierta seguridad en lo social, lo que quiere decir cultivar las variedades nativas de la quinua es más que una actividad económica para ambos sistemas agrícolas individual y colectivo; este resultado coincide con lo reportado por León Rojas *et al.* (2020) sobre la conservación de las variedades tradicionales del frijol en sistemas de milpa y su importancia atribuida al sustento familiar.

Los criterios de decisión del agricultor de quinua en el sistema agrícola individual y colectivo no son ‘meramente económicos’, básicamente muestran múltiples criterios en la decisión, fundamentalmente en ambos sistemas resultaron mantener una relación con los objetivos de producción agrícola y sus características socioeconómicas de las UA. A partir de otro enfoque, Casas *et al.* (2016) y León Rojas *et al.* (2020) señalan que la conservación *in situ* de los recursos genéticos de un cultivo en particular en el contexto del agricultor, este mantiene la diversidad del cultivo en relación con los criterios de selección del cultivo, y a su vez considerando la diversidad de uso de los recursos agrícolas.

Las ventajas de identificar los criterios de decisión del agricultor custodio se encamina sobre la disminución del riesgo de los PSCA (Wainwright *et al.* 2019), mejorar la sostenibilidad de la conservación a lo largo de los años (Cavalcante 2016), proporcionar semillas acordes a las decisiones del agricultor para cultivar en sus chacras (Sánchez-Toledano *et al.* 2017), potencializar las actividades del agricultor, y es una herramienta de monitoreo en la conservación *in situ* (Casas *et al.* 2016).

Los esquemas de PSCA tienen como principal funcionalidad de mejorar el bienestar de los agricultores proveedores del servicio, sin embargo, bajo el contexto de la economía los

recursos son escasos y estos tienen que generar rentas al productor o contratista (Estado, Gobiernos locales, ONG o el sector privado), por lo tanto, la licitación de los contratos de conservación es una forma de mejorar la rentabilidad para el contratista, y retribuir por el servicio de manera justa al agricultor.

El esquema de compensación que fue planteado en el Perú (2010), consiste en la retribución por el servicio de conservar las variedades en extinción de los cultivos de papa, quinua y kiwicha denominado ReSCA, el mecanismo es solo a nivel colectivo mediante un concurso de subasta por contratos de conservación, donde, el ganador es la comunidad que presenta una propuesta más baja posible. Los contratos consisten en el compromiso del agricultor por cultivar las variedades nativas. Los ganadores reciben las variedades del cultivo con el objetivo de rescatar, proporcionando de acuerdo con las zonas del cultivo. Sobre el pago, generalmente es al finalizar y cumplir con el propósito, y se trata de un pago igualitario o fijo (Drucker y Ramirez 2020).

Uno de los esquemas fue desarrollado en el Departamento de Puno, se implementó el 2010 con el objetivo de rescatar a variedad nativa de quinua Chullpi (4.11 ha), Q'oito (6.87 ha), Wariponcho (5.31 ha), Misa Quinua (7.29 ha) y Kello witulla (6.28 ha). Para el 2021, solo el 7 por ciento de los agricultores seguía cultivando las variedades proporcionadas. En este estudio se logró corroborar los bajos niveles de variedades nativas que los agricultores de quinua aún mantienen.

Según los reportes de Drucker *et al.* (2021) señalan que los agricultores dejaron de cultivar por motivos de bajos niveles de transacción para el intercambio, por su bajo desempeño en la zona, no les gustó el sabor, y en otros casos señalaron que los factores climáticos afectaron a los cultivos. Con la finalidad evitar el abandono del agricultor custodio hacia los PSCA, algunos autores señalan que identificar a los proveedores del servicio adecuadamente mejora la gestión de los programas de conservación de agrobiodiversidad, pues, permite asegurar la eficiencia hasta en un 30 por ciento (Ha *et al.* 2015, Ahmed y Kilic 2019). Resaltamos, nuevamente evaluar los criterios de decisión del agricultor mediante herramientas de análisis multicriterio.

Los hallazgos de esta investigación permitirán categorizar a los agricultores custodios de quinua en base a sus criterios de decisión, e identificar al proveedor de servicio acorde a los escenarios del PSCA. Adicionalmente, se ve necesario destacar a los agricultores que conservan y gestionan el uso de los parientes silvestres de la quinua, debido a que se resalta

su importancia en la conservación *in situ*, asimismo, existe agricultores del sistema individual que tienen las potencialidades de conservar la diversidad de quinua que se ha demostrado en los resultados con los altos porcentajes de DAPa en sistemas colectivos más que en individuales; este resultado no concuerda con lo planteado por Villamayor-Tomas *et al.* (2019) quienes señalan una reducida intención de participar en programas agroambientales con acción colectiva.

Se bien es cierto que los agricultores de quinua en el sistema individual y colectivo tienen la voluntad de participar en el PSCA, una evidencia muy interesante en este trabajo de investigación es sobre el alto porcentaje de los agricultores de quinua disponibles solo cultivarían hasta dos variedades nativas, lo cual, no sería pertinente proporcionarle semillas de variedades que no estén dentro de su interés.

El Esquema de la retribución ReSCA, se implementó sobre el costo por hectárea conservada como monto fijo de US\$ 776/año/ha (2010), el enfoque fue planteado con pago igualitario. Sin embargo, en los últimos estudios algunos investigadores como Juvančič *et al.* (2021), Haile *et al.* (2019) y Wünscher y Wunder (2017) han planteado implementar esquemas con pagos diferenciados, porque mostraría mayor rentabilidad sobre todo un mayor acercamiento al verdadero costo de oportunidad de proveedor de servicio de conservación.

Bajo este contexto, en esta investigación encontramos una alta heterogeneidad de los beneficios privados percibidos por el agricultor de quinua a partir de la DAA en ambos sistemas agrícolas investigados por proveer el servicio de conservación *in situ* de la quinua y sus parientes silvestres en sus chacras, los cuales fueron: USD 464.48 (S/1,700), USD 1,038.53 (S/3,801) y USD 1,229.78 (S/4,501) /ha/año, aunque los agricultores del sistema colectivo tienen mayor voluntad de participar por los montos alrededor de los menores rangos.

Estos últimos resultados mostrados, contribuyen a lo reportado por Wünscher y Wunder (2017), quienes mencionaron sobre la probabilidad de heterogeneidad de los costos de provisión de servicios de conservación en los países de ingresos económicos bajos y medios, donde la desigualdad de activos y uso de tecnología repercute en la productividad agrícola la heterogeneidad suele ser pronunciada, así ellos sugirieron el uso de las herramientas de subasta para revelar información no observable en entornos heterogéneos. También, esta investigación planteó un enfoque de evaluación de beneficios más pragmáticos para el análisis de los beneficios privados percibidos por el agricultor de quinua por subasta

individual. Por su parte Juvančič *et al.* (2021) demostraron la eficiencia de las DAA un pago disminuidos de manera heterogénea a los granjeros fue más eficiente que los incentivos igualitarios o fijos.

Las diferentes categorías de DAA un pago obtenido en esta investigación incluye el monto fijo que fue proporcionado por ReSCA en el Perú; por su parte Rasheed *et al.* (2021) reportaron DAA más bajos de una investigación que desarrollaron en la India, donde, los agricultores de arroz estaban dispuestos a aceptar una compensación media de USD 106 ha/año como incentivo para cultivar las variedades tradicionales de arroz, dicho incentivo resultó ser más bajo de lo que el gobierno de dicha localidad proporcionaba como estímulo para la conservación de la biodiversidad, esta diferencia hace referencia a la marcada importancia que se debe dar a los criterios ambientales y socioculturales, a que se trata de diferentes regiones e inclusive continentes.

Por otro lado, Gotor *et al.* (2017) reportaron ingresos adicionales de USD 113/ UA/ año al calcular un costo-beneficios de la unidades agrícolas del Altiplano que participan en un programa de uso sostenible de la diversidad de granos andinos. Las limitaciones mostradas es que, no todos los agricultores de una comunidad son agricultores custodios de la quinua, lo cual, podría reducir su sostenibilidad a largo plazo, además, el análisis diferenciado entre sistemas agrícolas considerando que existe los sistemas agrícolas individual y colectivo, resalta información diferenciada entre ambos.

Las fallas de mercado, y los bienes no comerciales, y la reducida información de los participantes reducen la capacidad de estimar con precisión los costos de oportunidad de otras alternativas, las semillas de variedades tradicionales, por ejemplo, identificar los costos de oportunidad usando flujos de efectivo agrícola es complejo y requiere datos (Wünscher y Wunder 2017).

Adicionalmente, uno de los desafíos de los PSCA es la asimetría de información sobre los costos de producción y los costos de oportunidad económico que la UA obtiene de un cultivo (Pascual *et al.* 2011, Narloch *et al.* 2013, Wainwright *et al.* 2019), para corroborar la participación del agricultor como proveedor del servicio de conservación *in situ* en sus chacras, fueron obtenidos en este trabajo de investigación para el caso de la conservación *in situ* de las variedades nativas de quinua con la utilización de flujos efectivos por unidad agrícola y sistemas agrícolas, los cuales se demostró que la mayor utilidad que obtienen el agricultor es con las variedades comerciales, dichos resultados coincide con lo señalado por

diversos autores como Vargas-Huanca *et al.* (2016), Bedoya-Perales *et al.* (2018 a, 2018 b) quienes hacen mucha énfasis en la homogenización de las variedades de la quinua por mejorar la productividad.

4.6. ASPECTOS DE POLÍTICA PÚBLICA A PARTIR DE LA INVESTIGACIÓN

Uno de los principales desafíos que enfrentan los países megadiversos para cumplir los compromisos bajo el Convenio sobre la Diversidad Biológica en la Meta 3 Aichi ha reconocido particularmente la implementación de mecanismos de incentivos y el tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos de importancia para la Alimentación y la Agricultura. Existe una amplia gama de mecanismos de incentivos voluntarios e impulsados por las políticas públicas.

De manera general las implicancias políticas que contribuye la presente investigación, es el aporte a la mejora del mecanismo de incentivo denominado ReSCA, el cual ya tuvo intervenciones pilotos a partir del 2010 en el Perú. Por lo tanto, este estudio contribuye a cerrar la brecha entre la teoría y la política yendo más allá de la valoración evaluando los beneficios privados y costos de oportunidad económicos percibidos por el agricultor de quinua en la conservación *in situ* y el reconocimiento a profundidad de las preferencias del agricultor de quinua en el Departamento de Puno, además, la mayor contribución es el proceso de evaluación más pragmático en relación a los beneficios percibidos y los criterios de decisión en los diferentes sistemas agrícolas característicos de la zona.

4.6.1. Implicancias en las políticas de conservación en los sistemas agrícolas individual y colectivo

- a. Existe múltiples criterios de decisión que los agricultores atribuyen para elegir una variedad nativa frente a las variedades comerciales en sistemas individuales o colectivos, siendo que, los custodios que conservan a nivel colectivo privilegian los criterios socioculturales más que la estrategia individual, mientras tanto, el sistema individual prioriza los criterios de tipo económico y ambiental.

Como contraste a la hipótesis 1 y su aporte a la política pública, se tiene que, la intervención del esquema de PSCA sobre la conservación *in situ* de los recursos genéticos de la quinua y sus parientes silvestres en sistema agrícola individual muestra que los agricultores toman la decisión de cultivar las variedades nativas de quinua considerando múltiples criterios, sin

embargo, este grupo de agricultores atribuyen diferentes pesos a la combinación de sub-criterios de decisión.

Existe hasta cuatro tipos de agricultores de quinua en el sistema individuales, que efectivamente valoran más los factores ambientales y económico a excepción del primero, que atribuye más peso a los criterios ambientales y socioculturales.

Los agricultores a los que se debe priorizar según los resultados para la participación en los PSCA es el grupo del 15 por ciento de los agricultores individuales que atribuyen más peso a los sub-criterios de maximización de beneficios del criterio económico y a la resistencia a plagas, enfermedades y el cambio climático, ya que tienen mayor voluntad a participar en un programa de conservación. Este grupo de agricultores individuales cuanto más se dedique a la agricultura y cuente con un mejor nivel de educación priorizará los sub-criterios señalados, por lo tanto, el programa de conservación.

El sistema agrícola colectivo también está conformado por agricultores que toman las decisiones de cultivar las variedades nativas de quinua considerando los múltiples criterios. Existe hasta cinco tipos de agricultores en este sistema, los segmentos que deberían considerar en la participación de proveedores por sus combinaciones de criterios. El mayor aporte a la política pública con referencia de los criterios de decisión en este sistema está más representado por los criterios ambientales.

La política de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos requiere gestionar una amplia variabilidad de variedades nativas para conservar el *pool* genético de una especie (Brush 2000, Jarvis *et al.* 2006); para optimizar recursos fue necesario centrarse en ciertas variedades la quinua, pues en el Perú para las zonas de altiplano ya fueron identificadas aquellas que se encuentran en peligro de extinción (5 variedades de quinua), así como la extensión necesaria para recuperarlas (5 ha).

La contribución de la investigación hacia la política pública, es necesario que la política replantee proporcionar al agricultor del sistema agrícola individual hasta dos variedades nativas de quinua por UA, esto debido la voluntad que los agricultores del sistema individual han demostrado en las declaraciones, donde alrededor del 80 por ciento de los agricultores pueden gestionar en sus chacras solo dos variedades nativas, algunas de las respuestas directas en las encuestas fueron relacionados a las actividades agrícolas que requiere y al poco mercado existe para dichas variedades. En cambio, si el agricultor es parte del sistema

colectivo, será más eficiente proporcionarle de dos a cuatro variedades nativas según la voluntad y la combinación de sub-criterios.

El esquema ReSCA no hace muy visible sobre el mantenimiento de los parientes silvestres de la papa en Cusco, tampoco de la quinua en el Departamento de Puno. Sin embargo, la conservación de los recursos genéticos debe incluir a los parientes silvestres, ya que son la base de los recursos genéticos de los cultivos (Mujica y Jacobsen 2006). Efectivamente, los parientes silvestres de la quinua se encuentran geográficamente distribuidos (Ruiz *et al.* 2020), pero cada vez menos presentes (Tapia *et al.* 2014). El aporte de este trabajo de investigación a la política de conservación se trata de impulsar el uso y la gestión del mantenimiento de los parientes silvestres de la quinua en las UA de los sistemas agrícolas individuales en las zonas aymaras, debido a que el 61.4 por ciento de los agricultores los conservan en sus chacras, especialmente alrededor o en los bordes de sus cultivos. Si se trata del sistema colectivo aún los agricultores reportan mayor porcentaje de gestión de los parientes silvestres hasta en el 77 por ciento, quiere decir que, la política de conservación podría hacer diferencias en impulsar la gestión de parientes silvestres en este tipo de sistema agrícola.

Las semillas de las variedades nativas de quinua tienen una trayectoria milenaria, son las comunidades indígenas y campesinas quienes han gestionado y mejorado en el largo periodo mediante procesos de investigación local y adaptación hasta llegar al día de hoy, siendo el intercambio de semillas una actividad muy importante, sin embargo, frente a la invasión agroindustrial se han desaparecido actividades de intercambios de semillas como el trueque (Pinto *et al.* 2016, Vernoooy *et al.* 2018). El aporte de este estudio a la política de conservación referente al intercambio de semillas se trata de dar información sobre esta práctica en los sistemas agrícolas individuales (0.2 por ciento lo practica), pues, el PSCA necesita implementar talleres y actividades de que impulse al intercambio de semillas. Se el PSCA interviene en el sistema agrícola colectivo también encuentra bajos porcentaje de actividad de intercambio de semillas (0.4 por ciento).

- b. La conservación *in situ* de los recursos genéticos de variedades nativas de quinua y sus parientes silvestres por los custodios generan beneficios privados heterogéneos frente a los programas de conservación de la agrobiodiversidad, donde la estrategia de conservación *in situ* en el sistema colectivo es más beneficioso que el sistema de

conservación individual, pero ambos sistemas estarían dispuestos a participar en los esquemas de Pagos por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad.

Si la hipótesis 2 se acepta sobre la voluntad de participar, efectivamente el 78.6 por ciento de los agricultores de quinua del sistema agrícola individual tienen la voluntad de participar en el PSCA, y está sujeta por variables relacionadas al jornal del varón en la mano de obra, la existencia de los parientes silvestres, número de variedades nativas que cultivaría. También, el aporte a la política pública es la de dar a conocer que los agricultores del sistema individual demuestran percepciones de beneficios diferentes, bastante heterogéneos, se puede decir que, es menos beneficioso para los PSCA, ya que la mayor concentración de disposición aceptar un pago mínimo se encuentra en las categorías más altas, lo cual el PSCA como prestatario del servicio no le es conveniente pagar más, sin embargo, como proveedor de servicio los agricultores de quinua del sistema individual general mayores beneficios privados. Por otro lado, los agricultores colectivos siguen manteniendo la amplia voluntad de participar en el PSCA, debido a que aproximadamente el 97 por ciento de ellos tienen la voluntad de participar bajo los siguientes términos más representativos por sistemas agrícolas (Tabla 30).

Tabla 30: Términos específicos para el servicio de conservación en el programa de servicio de conservación *in situ* de la quinua en el Departamento de Puno

Ítems	Individual	Colectivo
Tiempo de contrato	1 anual	1 anual
Soporte profesional	Asistencia especializada	Asistencia especializada
Semillas	Proporcionados por el PSCA	Proporcionados por el PSCA
Número de variedades nativas a conservar	2	2 - 4
Estructura del sistema de conservación	Sistema articulado con el programa	Sistema articulado con el programa
Monitorio	Acepta monitoreo permanente	Acepta monitoreo permanente
Parientes silvestres	Mantenimiento de los parientes silvestres a los bordes de las chacras	Mantenimiento de los parientes silvestres a los bordes y dentro de las chacras
Deshierbe	Si	No
Intercambio de semillas	Anual (0.3 % de su producción)	Anual (0.4 % de su producción)
Extensión asignada a la conservación	1000 m ²	1000 m ²
Pago por el servicio	Anual	Anual

Por otro lado, el aporte a la política se trata de un modelo predictor para agricultores custodios de quinua en el sistema individual y otro para el sistema colectivo, cada uno de ellos tienen sus propias variables y coeficientes. , así permitirá el monitoreo continuo de PSCA de los beneficios privados, ya que los PSCA son enfoques que deberán mantenerse permanentemente en el sistema de conservación *in situ* (Pascual *et al.* 2011, Krishna *et al.* 2013, Wainwright *et al.* 2019, Juvančič *et al.* 2021), así, evitar pérdida de capacidad humana atribuyendo un monto de DAA injusto que podría provocar asimetrías en la retribución.

- c. El costo de oportunidad económico por proveer el servicio de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de las variedades nativas de quinua sobre las variedades comerciales, incluido cualquiera de las alternativas de disposición a aceptar (DAA) un pago mínimo del PSCA, serían distintos entre los sistemas agrícolas individual y colectivo. Siendo mayor el costo de oportunidad económico en los sistemas colectivos.

El contraste de la hipótesis 3 y su aporte a la política de conservación *in situ*, se acepta sobre la diferencia de costos de oportunidad económica por sistemas agrícolas, acá se demostró mediante flujos de costos de producción de la quinua para el sistema agrícola individual y colectivo, según los resultados efectivamente el sistema agrícola individual muestra diferente costo de oportunidad al sistema colectivo, este caso resultó ser menor en ingresos monetario al hogar frente al sistema colectivo. De manera que, si el PSCA debe implementar retribuciones diferenciadas para el sistema agrícola individual, y evaluar a priori si el agricultor custodio percibirá beneficios económicos privados acordes a la mejora de sus beneficios económicos, debido a que se demostró que es un sub-criterio importante para elegir cultivar las variedades nativas, debido a que es una manera alcanzar la sostenibilidad a largo plazo de la participación de los custodios.

En consecuencia, los PSCA tiene impactos positivos sobre los costos de oportunidad de conservar las variedades nativas y los parientes silvestres de la quinua en el sistema agrícola individual y diferente al sistema colectivo, así, los mayores costos de oportunidad económica percibirán los agricultores del sistema colectivo con el aporte de la DAA. Los cuales permiten obtener utilidades a la UA por cultivar las variedades nativas de quinua en el Departamento de Puno.

4.6.2. Otras implicancias importantes en las políticas de conservación *in situ* de quinua

Los agricultores custodios de las variedades nativas de quinua en el Departamento de Puno priorizan en diferente orden los criterios principales (económicos, sociocultural y ambiental) en la decisión por cultivar las variedades nativas de quinua en sus chacras con respecto a los expertos en conservación *in situ*, siendo que los agricultores custodios atribuyen mayores pesos ponderados a los sub-criterios de resistencia a plagas, enfermedades y a factores adversos del cambio climático, seguridad alimentaria de su unidad agrícola y al mantenimiento de la fertilidad del suelo de sus chacras, mientras que los expertos consideran como objetivo principal a los criterios de respeto por el medio ambiente, ahorro en la inversión para el cultivo y el reconocimiento local.

Por lo señalado, los programas de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos son planteados por especialistas expertos, los cuales deben retroalimentar a cada tipo de agricultor custodio, ya que podría ocasionar asimetrías en la generalización de los criterios de decisión relacionados a las perspectivas del experto, por lo tanto, se muestra conveniente tomar como referencia a las tipologías obtenidos en cada sistema agrícola en este trabajo de investigación para replantear el esquema ReSCA en el cultivo de quinua, pero si se trata de otra especie, se sugiere elaborara un previo análisis jerárquico de los sub-criterios de decisión.

La característica de la UA de la zona de estudio respecto a la extensión de áreas de cultivo es la agricultura tradicional que cultivan menos de 0.5 ha, y el promedio que asignan para la producción de quinua es alrededor de 0.2 ha, mientras que solo el 0.1 ha de su chacra sería lo máximo que asignan para cultivar las variedades nativas de quinua, este dato es una consideración importante para las políticas de conservación, ya que permite acercarse a la realidad del agricultor custodio, lo que resultaría que por cada variedad de quinua a recuperar se requiere la participación de 50 agricultores custodios en el PSCA indistintamente al sistema agrícola.

4.6.3. Alternativas de financiamiento al programa del servicio de conservación de agrobiodiversidad

Mediante las políticas de gobierno el Estado podría implementar el programa de conservación de recursos fitogenéticos desde un enfoque del servicio público, servicio que proveen los agroecosistemas por la conservación de la agrobiodiversidad, el cual contribuye

al beneficio social, sin embargo, esta estrategia podría no ser sostenible a largo plazo por el cambio de decisiones políticas en cada gobierno.

Por otro lado, los sistemas agrícolas podrían proporcionarse a través de acciones voluntarias tanto para el proveedor del servicio, así como los retribuyentes a los servicios agroecosistémicos, no obstante, su sostenibilidad depende mucho de la organización de los sistemas agrícolas, puesto que se requiere un arduo trabajo en las acciones colectivas.

Alternativamente, la identificación de actores del sector privado para el financiamiento de los PSCA mostraría la estrategia de conservación sostenibles para los recursos fitogenéticos. Por lo que, reconocer las características distintivas de las variedades nativas servirían atributos para generar cadenas de valor basado en esquemas de etiquetado y trazabilidad en forma de certificación ambiental, social y calidad para el desarrollo de nichos de mercados

V. CONCLUSIONES

Esta tesis desarrolló un enfoque para jerarquizar los criterios de decisión de los agricultores custodios, identificó los beneficios privados percibidos por el método de declaración y analizó los costos de oportunidad económico frente a un esquema de servicio de conservación de la agrobiodiversidad bajo la conservación *in situ* en chacras por agricultores de quinua de los sistemas agrícolas individual y colectivo en el Departamento de Puno.

Respecto a las características productivas de la quinua para la conservación *in situ* en chacra en la zona de estudio, sobre el rendimiento de las variedades nativas varían desde 347.9 kg/ha hasta 716.5 kg/ha, mientras que las variedades comerciales son de 497 kg/ha hasta 1275.2 kg/ha. El número de variedades nativas existentes en promedio es de dos (Blancas nativas 27 por ciento - Q'uito 30 por ciento - Chullpis 13 por ciento) y el número de variedades comerciales es de uno, ya sea Blanca de Juli (40 por ciento) o Kankolla (37 por ciento). Los agricultores custodios de la quinua con mayor número de variedades nativas son mayores de 60 años en el sistema agrícola colectivo, mientras que en el sistema individual los jefes de la unidad agrícola mayores de 60 años reducen el cultivo del número de variedades nativas de quinua en sus chacras. Las actividades de intercambio de semillas (*trueque*) son reducidas solo el 0.2 y 0.5 por ciento de su producción en el sistema individual y colectivo respectivamente son asignadas para el intercambio de semillas. Los parientes silvestres de la quinua se encuentran mejor gestionados en el sistema colectivo (77 por ciento los mantienen) frente al sistema individual (61.4 por ciento) existen diferencias por zonas culturales, donde, los aymaras usan más para su alimentación.

Las conclusiones respecto a los análisis fueron las siguientes:

- Los agricultores de quinua en los sistemas agrícolas individual y colectivo atribuyeron pesos similares a los criterios económicos, socioculturales y ambientales, pero con amplias diferencias entre sub-criterios, siendo que, por lo menos un sub-criterio económico resaltó en todos los segmentos de agricultores custodios de la quinua para ambos sistemas agrícolas.

- Los agricultores de quinua del sistema colectivo estaban más dispuestos a participar en el programa de servicios de conservación de la agrobiodiversidad (PSCA) que los agricultores de quinua del sistema individual, los custodios de este último sistema estaban dispuestos a cultivar dos variedades nativas, mientras que en el sistema colectivo entre dos a cuatro variedades nativas. Asimismo, los agricultores custodios de la quinua del sistema individual y colectivo revelaron que estaban dispuestos a aceptar una compensación diferenciada que va de S/1,700.00 (USD 464.48), S/3,801 (USD 1,038.53) y S/4,501 /ha/año (USD 1,229.78) como incentivo por proveer el servicio de conservación *in situ* de quinua, donde, la frecuencia más alta para los valores más altos fue en el sistema individual.
- Los costos de oportunidad económicos por cultivar las variedades nativas frente a las variedades comerciales son negativos en ambos sistemas agrícolas, los cuales, al incrementar cualquier valor de DAA el costo de oportunidad económico resultó ser mayor en el sistema colectivo frente al sistema individual.

VI. RECOMENDACIONES

- Dado que la toma de decisiones del agricultor custodio de las variedades nativas de quinua es una decisión multicriterio, se sugiere plantear un programa de conservación de recursos genéticos considerando la heterogeneidad de los objetivos de decisión de los agricultores por sistemas agrícolas individual y colectivo.
- Por los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se recomienda que un programa del servicio de conservación de la agrobiodiversidad (PSCA) debe implementar pagos diferenciados tal como declararon los agricultores custodios, lo cual permitirá cubrir sin asimetría los verdaderos costos de oportunidad del tipo de agricultor en el sistema individual y colectivo.
- Se sugiere recolectar información periódica para el monitoreo constante de la disposición a aceptar un pago mínimo (DAA) y disposición a participar en el PSCA (DAPa), ya que, este trabajo de investigación proporciona una herramienta pragmática para la evaluación de la DAA un pago anual mediante un modelo de predicción.
- Se sugiere que el PSCA incluya un plan de concientización por parte de la sociedad en general, es también, un paso necesario para aumentar la apreciación de estos beneficios privados para el agricultor custodio, quienes deberían incluir en sus criterios de decisión la provisión de variedades nativas a nichos de mercados y la mejor gestión de semillas revalorando el intercambio de este (*trueque*), los cuales mejorarían la sostenibilidad de los programas de conservación a largo plazo.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abdi, H; Williams, LJ. 2010. Principal component analysis. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics* 2(4):433-459. DOI: <https://doi.org/10.1002/wics.101>.
- Afolayan, AH; Ojokoh, BA; Adetunmbi, AO. 2020. Performance analysis of fuzzy analytic hierarchy process multi-criteria decision support models for contractor selection. *Scientific African* 9:e00471. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00471>.
- Ahiale, ED; Balcombe, K; Srinivasan, C. 2019. Determinants of Farm Households' Willingness to Accept (WTA) Compensation for Conservation Technologies in Northern Ghana. *Bio-based and Applied Economics* 8(2):211-234. DOI: <https://doi.org/10.13128/bae-8931>.
- Ahmed, F; Kilic, K. 2019. Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A performance analysis of various algorithms. *Fuzzy Sets and Systems* 362:110-128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fss.2018.08.009>.
- Allen, E; Gaisberger, H; Brehm, JM; Maxted, N; Thormann, I; Lupupa, T; Dulloo, ME; Kell, SP. 2019. A crop wild relative inventory for Southern Africa: A first step in linking conservation and use of valuable wild populations for enhancing food security. *Plant Genetic Resources* 17(2):128-139. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1479262118000515>.
- Almécija, AM; García, JM; Acosta, AP. 2004. *Tamaño de muestra y precisión estadística*. s.l., Universidad Almería, vol.23.
- Altieri, MA; Nicholls, CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Revista ecosistemas* 16(1). DOI: <https://doi.org/10.7818/ECOS.133>.
- Ansell, D; Freudenberger, D; Munro, N; Gibbons, P. 2016. The cost-effectiveness of agri-environment schemes for biodiversity conservation: A quantitative review. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 225:184-191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.04.008>.
- Asfaw, S; Scognamillo, A; Di Caprera, G; Sitko, N; Ignaciuk, A. 2019. Heterogeneous impact of livelihood diversification on household welfare: Cross-country

- evidence from Sub-Saharan Africa. *World Development* 117:278-295. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.01.017>.
- Atkinson, G; Groom, B; Hanley, N; Mourato, S. 2018. Environmental valuation and benefit-cost analysis in UK policy. *Journal of Benefit-Cost Analysis* 9(1):97-119. DOI: <https://doi.org/10.1017/bca.2018.6>.
- Ayhan, MB. 2013. A fuzzy AHP approach for supplier selection problem: A case study in a Gear motor company. arXiv preprint arXiv:1311.2886 . DOI: <https://doi.org/10.5121/ijmvsc.2013.4302>.
- Bateman, IJ; Balmford, B. 2018. Public funding for public goods: A post-Brexit perspective on principles for agricultural policy. *Land Use Policy* 79:293-300. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.022>.
- Bazile, D. 2013. ESTADO (en línea). s.l., s.e. Disponible en [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/987D7E63A6AD525605257E8A005FF4ED/\\$FILE/1_34_Estado_ArteDeLaQuinoaEnElMundoEn2013.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/987D7E63A6AD525605257E8A005FF4ED/$FILE/1_34_Estado_ArteDeLaQuinoaEnElMundoEn2013.pdf).
- Bazile, D; Jacobsen, S-E; Verniau, A. 2016. The global expansion of quinoa: trends and limits. *Frontiers in Plant Science* 7:622. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00622>.
- Bedoya-Perales, NS; Pumi, G; Mujica, A; Talamini, E; Domingos Padula, A. 2018. Quinoa expansion in Peru and its implications for land use management. *Sustainability* 10(2):532. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10020532>.
- Bedoya-Perales, NS; Pumi, G; Talamini, E; Padula, AD. 2018. The quinoa boom in Peru: Will land competition threaten sustainability in one of the cradles of agriculture? *Land Use Policy* 79:475-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.039>.
- Bellon, MR. 2004. Conceptualizing interventions to support on-farm genetic resource conservation. *World Development* 32(1):159-172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.04.007>.
- Bellon, MR; Dulloo, E; Sardos, J; Thormann, I; Burdon, JJ. 2017. In situ conservation— harnessing natural and human-derived evolutionary forces to ensure future crop adaptation. *Evolutionary applications* 10(10):965-977. DOI: <https://doi.org/10.1111/eva.12521>.
- Bellon, MR; Gotor, E; Caracciolo, F. 2015. Assessing the effectiveness of projects supporting on-farm conservation of native crops: evidence from the high Andes

- of South America. *World development* 70:162-176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.01.014>.
- _____. 2015. Conserving landraces and improving livelihoods: how to assess the success of on-farm conservation projects? *International Journal of Agricultural Sustainability* 13(2):167-182. DOI: <https://doi.org/10.1080/14735903.2014.986363>.
- Berni, R; Cantini, C; Romi, M; Hausman, J-F; Guerriero, G; Cai, G. 2018. Agrobiotechnology goes wild: Ancient local varieties as sources of bioactives. *International journal of molecular sciences* 19(8):2248. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms19082248>.
- Bharsakade, RS; Acharya, P; Ganapathy, L; Tiwari, MK. 2021. A lean approach to healthcare management using multi criteria decision making. *Opsearch* :1-26. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12597-020-00490-5>.
- Biodiversity Internacional. 2014. Strategic action plan to strengthen conservation and use of Mesoamerican plant genetic resources in adapting agriculture to climate change SAPM 2014-2024. Cali, Colombia, s.e. 68 p.
- Börner, J; Baylis, K; Corbera, E; Ezzine-de-Blas, D; Honey-Rosés, J; Persson, UM; Wunder, S. 2017. The effectiveness of payments for environmental services. *World development* 96:359-374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.020>.
- Brush, SB. 2000. Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity. s.l., IDRC.
- Cardwell, M; Smith, F. 2018. Charting a New Course for the United Kingdom Agri-Food Sector-Health and Harmony: The Future for Food, Farming and the Environment in a Green Brexit. *The Political Quarterly* 89(3):497-502. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-923X.12515>.
- Casañas, F; Simó, J; Casals, J; Prohens, J. 2017. Toward an evolved concept of landrace. *Frontiers in plant science* 8:145. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00145>.
- Casas, A; Torres-Guevara, J; Parra-Rondinel, F. 2016. Domesticación en el continente americano. s.l., Universidad Nacional Autónoma de México. DOI: <https://doi.org/10.22201/iies.0000001p.2016>.
- Cavalcante, MS. 2016. que dificultan la conservación de la agrobiodiversidad . El caso del cinturón. 3(Cic):97-122. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.pcpd>.
- Cegan, JC; Fillion, AM; Keisler, JM; Linkov, I. 2017. Trends and applications of multi-criteria decision analysis in environmental sciences: literature review. *Environment Systems and Decisions* 37(2):123-133. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12465-017-9131-1>.

<https://doi.org/10.1007/s10669-017-9642-9>.

- Chaile, MO; Javi, VM. 2020. Una encuesta para recolección de datos de reconocimiento social y cultural en poblaciones rurales donde se estudia la implementación de sistemas de energía solar. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 32:71-78.
- Chaudhary, P; Bhatta, S; Aryal, K; Joshi, BK; Gauchan, D. 2020. Threats, drivers, and conservation imperative of agrobiodiversity. Ministry of Agriculture and Livestock Development Singhdurbar, Kathmandu .
- Christensen, T; Pedersen, AB; Nielsen, HO; Mørkbak, MR; Hasler, B; Denver, S. 2011. Determinants of farmers' willingness to participate in subsidy schemes for pesticide-free buffer zones—A choice experiment study. *Ecological Economics* 70(8):1558-1564. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.021>.
- Dhariwal, GK; Laroche, A. 2017. The future of genetically engineered plants to stabilize yield and improve feed. *Animal Frontiers* 7(2):5-8. DOI: <https://doi.org/10.2527/af.2017.0112>.
- Díaz, S; Fargione, J; Chapin, FS; Tilman, D. 2006. Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* 4(8):1300-1305. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>.
- Drucker, A; Arpazi-Valero, K; Ramirez, M; Medina, T. 2021. Retribuciones por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad (ReSCA): Estatus actual e implicaciones para la conservación de variedades de quinua amenazadas en Puno, Perú (en línea). s.l., s.e. Disponible en [//hdl.handle.net/10568/114204](https://hdl.handle.net/10568/114204).
- Drucker, AG; Gomez, V; Anderson, S. 2001. The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods. *Ecological Economics* 36(1):1-18. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00242-1](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00242-1).
- Drucker, AG; Ramirez, M. 2020. Payments for agrobiodiversity conservation services: An overview of Latin American experiences, lessons learned and upscaling challenges. *Land Use Policy* 99:104810. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104810>.
- Drucker, AG; Ramirez, M; Medina, T; Olivaleres, M; Aréstegui, K; Vargas, J; Estrada, E; Alvarez, A; Céspedes, E; Alvarez, J. 2018. Payments for Agrobiodiversity Conservation Services: A research and development platform for in situ on farm genetic resources conservation and use. A case study of amaranth in Cusco, Peru (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/AA_Publications

/PACS_CaseStudy.pdf.

- Dulloo, M. 2021. Plant genetic resources: A review of current research and future needs. 1st ed. London, Burleigh Dodds Science Publishing. 229-249 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003180623>.
- Ebert, AW. 2020. The role of vegetable genetic resources in nutrition security and vegetable breeding. *Plants* 9(6):736. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9060736>.
- FAO. 2019. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca6030es>.
- _____. 2019. Voluntary Guidelines for the Conservation and Sustainable Use of Farmers' (en línea). Rome, Italy, s.e. Disponible en <http://www.fao.org/3/ca5601en/CA5601EN.pdf>.
- FAO, E. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome. s.l., Italy.
- Firbank, LG; Petit, S; Smart, S; Blain, A; Fuller, RJ. 2008. Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: a British perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363(1492):777-787. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2183>.
- Firdaus, A; Adiprasetyo, T; Suhartoyo, H. 2021. A Multicriteria Decision Making and Fuzzy-AHP Approach for Formulating Strategy to Develop Organic Agriculture in Bengkulu Province, Indonesia. *In International Seminar on Promoting Local Resources for Sustainable Agriculture and Development (ISPLRSAD 2020)*. s.l., Atlantis Press. p. 212-218 DOI: <https://doi.org/10.2991/absr.k.210609.034>.
- Fuentes, FF; Bazile, D; Bhargava, A; Martinez, EA. 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *Journal of Agricultural Science-London* 150(6):702. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859612000056>.
- Gamboa, C; Van den Broeck, G; Maertens, M. 2018. Smallholders' Preferences for Improved Quinoa Varieties in the Peruvian Andes. *Sustainability* 10(10):3735. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10103735>.
- García-parra, M; Zurita-silva, A; Stechauner-rohringer, R; Roa-acosta, D. 2020. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd .) and its relationship with agroclimatic characteristics : A Colombian perspective. 80(June):290-302. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000200290>.
- Gaston, KJ; Spicer, JI. 2013. Biodiversity: an introduction. s.l., John Wiley & Sons.
- Gholipour, R; Jandaghi, G; Rajaei, R. 2014. Contractor selection in MCDM context using

- fuzzy AHP. *Iranian Journal of Management Studies* 7(1):151-173. DOI: <https://doi.org/10.22059/IJMS.2014.36206>.
- Gomez-Pando, LR; Aguilar-Castellanos, E; Ibañez-Tremolada, M. 2019. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Breeding. s.l., Springer. p. 259-316 DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-23108-8_7.
- Gotor, E; Bellon, A; Polar, V; Caracciolo, F. 2017. Assessing the benefits of Andean crop diversity on farmers' livelihood: Insights from a development programme in Bolivia and Peru. *Journal of International Development* 29(7):877-898. DOI: <https://doi.org/10.1002/jid.3270>.
- Graddy, TG. 2013. Regarding biocultural heritage: in situ political ecology of agricultural biodiversity in the Peruvian Andes. *Agriculture and human values* 30(4):587-604. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9428-8>.
- _____. 2014. Situating in situ: a critical geography of agricultural biodiversity conservation in the Peruvian Andes and beyond. *Antipode* 46(2):426-454. DOI: <https://doi.org/10.1111/anti.12045>.
- Granjon, A; Robbins, MM; Arinaitwe, J; Cranfield, MR; Eckardt, W; Mburanumwe, I; Musana, A; Robbins, AM; Roy, J; Sollmann, R. 2020. Estimating abundance and growth rates in a wild mountain gorilla population. *Animal Conservation* . DOI: <https://doi.org/10.1111/acv.12559>.
- Greens, W; Pathan, S; Siddiqui, RA. 2022. Nutritional Composition and Bioactive Components in Quinoa. *Nutrients* :1-12.
- Ha, TT; Hoai, L Le; Lee, YD. 2015. A fuzzy AHP model for selection of consultant contractor in bidding phase in Vietnam. *KICEM Journal of Construction Engineering and Project Management* 5:35-43. DOI: <https://doi.org/10.6106/JCEPM.2015.5.2.035>.
- Haile, KK; Tirivayi, N; Tesfaye, W. 2019. Farmers' willingness to accept payments for ecosystem services on agricultural land: The case of climate-smart agroforestry in Ethiopia. *Ecosystem Services* 39:100964. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100964>.
- Hanley, N; Perrings, C. 2019. The economic value of biodiversity. *Annual Review of Resource Economics* 11:355-375. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-093946>.
- Hardin, G. 2009. The tragedy of the commons. *Journal of Natural Resources Policy Research* 1(3):243-253. DOI: <https://doi.org/10.1080/19390450903037302>.

- Hernández, A; Cardells, F. 1999. Aplicación del método de las jerarquías analíticas a la valoración del uso recreativo de los espacios naturales de Canarias. *Revista de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, Gobierno de Canarias* 13.
- Huanca, DEV; Boada, M; Araca, L; Vargas, W; Vargas, R. 2015. Agricultural biodiversity and economy quinoa (*Chenopodium quinoa*) in Aymara communities of the Titicaca watershed. *Idesia* 33(4):81-87. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400011>.
- Hunter, D. 2012. *Crop wild relatives: a manual of in situ conservation*. s.l., Routledge.
- Jackson, LE; Pascual, U; Brussaard, L; de Ruiter, P; Bawa, KS. 2007. Biodiversity in agricultural landscapes: investing without losing interest. *Agriculture Ecosystems and Environment* 121(3):193-195. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.011>.
- Jacobsen, S-E; Monteros, C; Christiansen, JL; Bravo, LA; Corcuera, LJ; Mujica, A. 2005. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. *European Journal of Agronomy* 22(2):131-139. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.01.003>.
- Jarvis, D; Myer, L; Klemick, H; Guarino, L; Smale, M; Brown, AHD; Sadiki, M; Sthapit, B; Hodgkin, T. 2006. *Guía de capacitación para la conservación in situ en fincas*. Roma, Italia, s.e. 224 p.
- Jarvis, DI; Brown, AHD; Cuong, PH; Collado-Panduro, L; Latournerie-Moreno, L; Gyawali, S; Tanto, T; Sawadogo, M; Mar, I; Sadiki, M. 2008. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop-variety diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105(14):5326-5331. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0800607105>.
- Jarvis, DI; Hodgkin, T; Sthapit, BR; Fadda, C; Lopez-Noriega, I. 2011. An heuristic framework for identifying multiple ways of supporting the conservation and use of traditional crop varieties within the agricultural production system. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30(1-2):125-176. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554358>.
- Joshi, BK; Gorkhali, NA; Pradhan, N; Ghimire, KH; Gotame, TP; Prenil, KC; Mainali, RP; Karkee, A; Paneru, RB. 2020. Agrobiodiversity and its Conservation in Nepal. *Journal of Nepal Agricultural Research Council* 6:14-33. DOI: <https://doi.org/10.3126/jnarc.v6i0.28111>.
- Joshi, BK; KC, HB; Acharya, AK. 2017. *Conservation and Utilization of Agricultural Plant*

- Genetic Resources in Nepal. Kathmandu, Nepal, s.e., vol.22. 23 p.
- Juvančič, L; Slabe-Erker, R; Ogorevc, M; Drucker, AG; Erjavec, E; Bojkovski, D. 2021. Payments for Conservation of Animal Genetic Resources in Agriculture: One Size Fits All? *Animals* 11(3):846. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11030846>.
- Kassambara, A. 2018. *Machine Learning Essentials_ Practical Guide in R* (en línea). s.l., s.e. p. 195. Disponible en <http://www.sthda.com/english/articles/36-classification-methods-essentials/147-multinomial-logistic-regression-essentials-in-r/#discussion>.
- Kell, S; Rosenfeld, A; Cunningham, S; Dobbie, S; Maxted, N. 2018. The benefits of exotic food crops cultivated by small-scale growers in the UK. *Renewable Agriculture and Food Systems* 33(6):569-584. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170517000424>.
- Khoury, CK; Castañeda-Alvarez, NP; Achicanoy, HA; Sosa, CC; Bernau, V; Kassa, MT; Norton, SL; van der Maesen, LJG; Upadhyaya, HD; Ramírez-Villegas, J. 2015. Crop wild relatives of pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]: Distributions, ex situ conservation status, and potential genetic resources for abiotic stress tolerance. *Biological Conservation* 184:259-270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.01.032>.
- Kissell, RL. 2021. Chapter 3 - Transaction Costs (en línea). In *Kissell, RLBT-ATM (Second E (ed.)*. s.l., Academic Press. p. 57-97 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815630-8.00003-X>.
- Kontoleon, A; Pascual, U; Smale, M. 2008. *Agrobiodiversity conservation and economic development*. s.l., Routledge, vol.11.
- Kopytko, N. 2019. Supporting Sustainable Innovations: An Examination of India Farmer Agrobiodiversity Conservation. *The Journal of Environment & Development* 28(4):386-411. DOI: <https://doi.org/10.1177/1070496519870299>.
- Krishna, V V; Drucker, AG; Pascual, U; Raghu, PT; King, EDIO. 2013. Estimating compensation payments for on-farm conservation of agricultural biodiversity in developing countries. *Ecological Economics* 87:110-123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.12.013>.
- Kumar, NA; Nambi, VA; Rani, MG; King, EDIO; Chaudhury, SS; Mishra, S. 2015. Community agro biodiversity conservation continuum: an integrated approach to achieve food and nutrition security (en línea). *Current Science* :474-487. Disponible en <https://www.jstor.org/stable/24906102?seq=1>.

- Lastra-Bravo, XB; Hubbard, C; Garrod, G; Tolón-Becerra, A. 2015. What drives farmers' participation in EU agri-environmental schemes?: Results from a qualitative meta-analysis. *Environmental Science & Policy* 54:1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.06.002>.
- León Rojas, GI; Rodríguez Soto, C; PADILLA LOREDO, S. 2020. La conservación in situ del frijol criollo: construyendo soberanía alimentaria en el sureste del Estado de México (en línea). . Disponible en [//hdl.handle.net/20.500.11799/105708](https://hdl.handle.net/20.500.11799/105708).
- Lin, BB. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *BioScience* 61(3):183-193. DOI: <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>.
- Liu, J; Yin, Y; Yan, S. 2019. Research on clean energy power generation-energy storage-energy using virtual enterprise risk assessment based on fuzzy analytic hierarchy process in China. *Journal of Cleaner Production* 236:117471. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.302>.
- Loft, L; Gehrig, S; Le, DN; Rommel, J. 2019. Effectiveness and equity of payments for ecosystem services: Real-effort experiments with Vietnamese land users. *Land Use Policy* 86:218-228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.010>.
- Madden, C. 2019. Criar y Dejarse Criar: Trans-Situ Crop Conservation and Indigenous Landscape Management through a Network of Global Food Neighborhoods (en línea). . Disponible en [//digitalcollections.sit.edu/capstones/3195](https://digitalcollections.sit.edu/capstones/3195).
- Maxted, N; Dulloo, ME; Ford-Lloyd, B V. 2016. Enhancing crop gene pool use: capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. s.l., CABI.
- Midler, E; Pascual, U; Drucker, AG; Narloch, U; Soto, JL. 2015. Unraveling the effects of payments for ecosystem services on motivations for collective action. *Ecological Economics* 120:394-405. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.04.006>.
- MINAGRI. 2015. Quinoa Peruana Situación Actual y Perspectivas en el Mercado Nacional e Internacional al 2015 (en línea). Lima, Perú, s.e. 68 p. Disponible en [//repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/76](https://repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/76).
- Mujica, A; Jacobsen, S-E. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. *Botanica económica de los Andes Centrales* 32:449-457.
- Mujica, Á; Suquilanda, M; Chura, E. 2013. Producción orgánica de quinua. s.l., Universidad Nacional del Altiplano.
- Naidoo, R; Balmford, A; Ferraro, PJ; Polasky, S; Ricketts, TH; Rouget, M. 2006. Integrating

- economic costs into conservation planning. *Trends in ecology & evolution* 21(12):681-687. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.10.003>.
- Narloch, U; Drucker, AG; Pascual, U. 2011. Payments for agrobiodiversity conservation services for sustained on-farm utilization of plant and animal genetic resources. *Ecological Economics* 70(11):1837-1845. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.018>.
- Narloch, U. 2017. What role for cooperation in conservation tenders? Paying farmer groups in the High Andes. *Land Use Policy* 63:659-671. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.017>.
- Narloch, U; Pascual, U; Drucker, AG. 2013. How to achieve fairness in payments for ecosystem services? Insights from agrobiodiversity conservation auctions. *Land use policy* 35:107-118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.05.002>.
- Narloch, ULF; Pascual, U; Drucker, AG. 2011. Cost-effectiveness targeting under multiple conservation goals and equity considerations in the Andes. *Environmental Conservation* :417-425. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0376892911000397>.
- Negri, V; Maxted, N; Veteläinen, M. 2009. European landrace conservation: an introduction. s.l., s.e. p. 1-22.
- Norcliffe, G. 2009. G-COT: The geographical construction of technology. *Science, technology, & human values* 34(4):449-475. DOI: <https://doi.org/10.1177/0162243908329182>.
- Padulosi, S; Drucker, A. 2018. Injecting Diversity to Bolster Immunity to Climate Change and Food Insecurity. Bioversity International. (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.bioversityinternational.org/news/detail/inyectando-diversidad-para-reforzar-la-inmunidad-al-cambio-climatico-y-a-la-inseguridad-alimentar/>.
- Pallante, G; Drucker, AG; Sthapit, S. 2016. Assessing the potential for niche market development to contribute to farmers' livelihoods and agrobiodiversity conservation: Insights from the finger millet case study in Nepal. *Ecological Economics* 130:92-105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.017>.
- Pardenilla, V; García, JB; Jiménez, J. 2020. Economic Valuation of Agrobiodiversity by Local Villagers in Yucatán. *Traditional Smallholder Farmers in a Growing Economy and a Globalized World: Evidence from the State of Yucatan* 10:221.

- DOI: <https://doi.org/http://dx.medra.org/10.19211/KUP9783862199075>.
- Pascual, U; Narloch, U; Nordhagen, S; Drucker, AG. 2011. The economics of agrobiodiversity conservation for food security under climate change. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 11(1380-2016-115430):191-200. DOI: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.117623>.
- Pascual, U; Perrings, C. 2007. Developing incentives and economic mechanisms for in situ biodiversity conservation in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121(3):256-268. DOI: <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.025>.
- Pautasso, M; Aistara, G; Barnaud, A; Caillon, S; Clouvel, P; Coomes, OT; Delêtre, M; Demeulenaere, E; De Santis, P; Döring, T. 2013. Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation. A review. *Agronomy for sustainable development* 33(1):151-175. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0089-6>.
- Pilling, D; Bélanger, J; Diulgheroff, S; Koskela, J; Leroy, G; Mair, G; Hoffmann, I. 2020. Global status of genetic resources for food and agriculture: challenges and research needs. *In Genetic Resources*. s.l., s.e. p. 4-16.
- Pinedo-Taco; R., Gómez-Pando, L., & Julca-Otiniano, A. 2018. *Chenopodium quinoa*. 5(15):399-409. DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1734>.
- Pinto, M; Ticona, JF; Rojas, W. 2016. Bancos comunitarios de semillas En el área del Lago Titicaca (en línea). 1ra ed. Roma, Italia, Routledge. 74 p. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/132688803.pdf#page=102>.
- Porcuna-Ferrer, A; Fiala, V; Freyer, B; van Etten, J; Vernooy, R; Probst, L. 2020. Do community seed banks contribute to the social-ecological resilience of communities? A case-study from Western Guatemala. *International Journal of Agricultural Sustainability* 18(3):232-249. DOI: <https://doi.org/doi.org/10.1080/14735903.2020.1747199>.
- Rajpurohit, D; Jhang, T. 2015. In situ and ex situ conservation of plant genetic resources and traditional knowledge. s.l., Springer. p. 137-162 DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-0060-7_8.
- Rasheed, S; Venkatesh, P; Singh, DR; Renjini, VR; Jha, GK; Sharma, DK. 2021. Ecosystem valuation and eco-compensation for conservation of traditional paddy ecosystems and varieties in Kerala, India. *Ecosystem Services* 49:101272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101272>.
- Reyes, I. 2020. Impacto de la conservación de la agrobiodiversidad de los granos andinos en

la producción y seguridad alimentaria de los agricultores, un estudio de caso en productores de quinua de Puno-Perú. s.l., Universidad Nacional Agraria La Molina. 182 p.

- Rojas, W; Flores, J; Pinto, M. 2014. Conservación in situ de la agrobiodiversidad: la experiencia de PROINPA en comunidades circunlacustres al Lago Titicaca. *Fundación PROINPA* :48-54. DOI: https://doi.org/http://www.nuscommunity.org/fileadmin/templates/nuscommunity.org/upload/documents/Publications/2011-2014/2014_Rojas_Titicaca.pdf.
- Ruiz, FF; Bazile, D; Drucker, AG; Tapia, M; Chura, E. 2020. Geographical distribution of quinoa crop wild relatives in the Peruvian Andes: A participatory mapping initiative. *Environment, Development and Sustainability* :1-22. DOI: <https://doi.org///doi.org/10.1007/s10668-020-00875-y>.
- Ruiz, KB; Biondi, S; Oses, R; Acuña-Rodríguez, IS; Antognoni, F; Martínez-Mosqueira, EA; Coulibaly, A; Canahua-Murillo, A; Pinto, M; Zurita-Silva, A. 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agronomy for sustainable development* 34(2):349-359. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0195-0>.
- Sánchez-Toledano, BI; Kallas, Z; Gil, JM. 2017. Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México (en línea). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo* 49(2):269-287. Disponible en <http://revistas.uncuyo.edu.ar/ojs/index.php/RFCA/article/view/3085>.
- Sarandón, SJ. 2010. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable. Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. Medellín, Bogotá, SOCLA. 105-129 p.
- Scott, C. 2018. An Economic Valuation of Biodiversity: Measuring willingness-to-pay for quinoa conservation in Peru (en línea). :45. Disponible en [//repository.usfca.edu/thes%0A](http://repository.usfca.edu/thes%0A).
- Shah, SAA; Solangi, YA; Ikram, M. 2019. Analysis of barriers to the adoption of cleaner energy technologies in Pakistan using Modified Delphi and Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *Journal of Cleaner Production* 235:1037-1050. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.020>.
- Smale, M. 2005. Valuing crop biodiversity: on-farm genetic resources and economic change. s.l., Cabi.
- Song, X; Liu, Y; Zhong, F; Deng, X; Qi, Y; Zhang, J; Zhang, R; Zhang, Y. 2020. Payment

- Criteria and Mode for Watershed Ecosystem Services: A Case Study of the Heihe River Basin, Northwest China. *Sustainability* 12(15):6177. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12156177>.
- Sonnino, A. 2017. International instruments for conservation and sustainable use of plant genetic resources for food and agriculture: an historical appraisal. *Diversity* 9(4):50. DOI: <https://doi.org/10.3390/d9040050>.
- Sthapit, B; Rana, R; Eyzaguirre, P; Jarvis, D. 2008. The value of plant genetic diversity to resource-poor farmers in Nepal and Vietnam. *International journal of agricultural sustainability* 6(2):148-166. DOI: <https://doi.org/10.3763/ijas.2007.0291>.
- Tapia, ME; Canahua, A; Ignacio, S. 2014. Razas de quinua del Perú. ANPE Perú y CONCYTEC. .
- Timmermann, C; Robaey, Z. 2016. Agrobiodiversity under different property regimes. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 29(2):285-303.
- Vargas-Huanca, D; Junca, MB; Quispe, LA; Vargas, W; Vargas, R. 2016. Sostenibilidad de modos ancestrales de producción agrícola en el Perú:¿ conservar o sustituir? (en línea). *Mundo agrario* 17(35):1-9. Disponible en [//www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.7492/pr.7492.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.7492/pr.7492.pdf).
- Vernooy, R; Sthapit, B; Otieno, G; Shrestha, P; Gupta, A. 2017. The roles of community seed banks in climate change adaptation. *Development in Practice* 27(3):316-327. DOI: <https://doi.org/10.1080/09614524.2017.1294653>.
- Vernooy, R; Sthapit, BR; Bessette, G. 2018. Bancos comunitarios de semillas: concepto y practica. Manual para el facilitador. .
- Villamayor-Tomas, S; Sagebiel, J; Olschewski, R. 2019. Bringing the neighbors in: A choice experiment on the influence of coordination and social norms on farmers' willingness to accept agro-environmental schemes across Europe. *Land use policy* 84:200-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.03.006>.
- Villamayor-Tomas, S; Sagebiel, J; Rommel, J; Olschewski, R. 2021. Types of collective action problems and farmers' willingness to accept agri-environmental schemes in Switzerland. *Ecosystem Services* 50:101304. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101304>.
- Villamayor-Tomas, S; Thiel, A; Amblard, L; Zikos, D; Blanco, E. 2019. Diagnosing the role of the state for local collective action: Types of action situations and policy instruments. *Environmental science & policy* 97:44-57. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.011>.

<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.03.009>.

- Villanueva, AJ; Gómez-Limón, JA; Arriaza, M; Rodríguez-Entrena, M. 2015. The design of agri-environmental schemes: Farmers' preferences in southern Spain. *Land Use Policy* 46:142-154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.02.009>.
- De Vries, FP; Hanley, N. 2016. Incentive-based policy design for pollution control and biodiversity conservation: a review. *Environmental and Resource Economics* 63(4):687-702. DOI: <https://doi.org//dx.doi.org/10.1007/s10640-015-9996-8>.
- W. Wainwright, AD; G. Maxted, BN; Brehm, JM; Ng'uni, D; Moran. 2019. Estimating in situ conservation costs of Zambian crop wild relatives under alternative conservation goals. *Land Use Policy* 81:632-643. DOI: <https://doi.org//doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.033>.
- Wainwright, W; Vosough Ahmadi, B; Mcvittie, A; Simm, G; Moran, D. 2019. Prioritising support for cost effective rare breed conservation using multi-criteria decision analysis. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7:110. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00110>.
- Walsh-Dilley, M. 2016. Tensions of resilience: collective property, individual gain and the emergent conflicts of the quinoa boom. *Resilience* 4(1):30-43. DOI: <https://doi.org/10.1080/21693293.2015.1094168>.
- Wang, Y; Wang, Y; Sun, X; Caiji, Z; Yang, J; Cui, D; Cao, G; Ma, X; Han, B; Xue, D. 2016. Influence of ethnic traditional cultures on genetic diversity of rice landraces under on-farm conservation in southwest China. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 12(1):51. DOI: <https://doi.org//doi.org/10.1186/s13002-016-0120-0>.
- Wei, X; Guan, Z; Zhu, H. 2016. Farmer's willingness to participate in wetland restoration: a hurdle model approach. *Agricultural Economics* 47(6):719-727. DOI: <https://doi.org/10.1111/agec.12268>.
- Wei, X; Khachatryan, H; Zhu, H. 2020. Poyang Lake Wetlands Restoration in China: An Analysis of Farmers' Perceptions and Willingness to Participate. *Journal of Cleaner Production* :125001. DOI: <https://doi.org//doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125001>.
- Wünscher, T; Wunder, S. 2017. Conservation tenders in low-income countries: Opportunities and challenges (en línea). *Land Use Policy* 63:672-678. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.12.026>.
- Xu, M; Zhang, C. 2009. Bankruptcy prediction: the case of Japanese listed companies.

Review of Accounting studies 14(4):534-558. DOI:
<https://doi.org/10.1007/s11142-008-9080-5>.

Zimmerer, KS; De Haan, S. 2017. Agrobiodiversity and a sustainable food future. *Nature Plants* 3(4):1-3. DOI: <https://doi.org/10.1038/nplants.2017.47>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Distribución de provincias y distritos encuestados

Nº	Nombre provincia	Nombre Distrito	Nombre Localidad
1	Melgar	Macari	Selque
2		Ayaviri	Ccapac Hancco
3		Orurillo	Santa Cruz de Cuchupujio
4	Lampa	Palca	Chullunquiani Cala Cala
5		Lampa	Lenzera
6		Pucará	Huarza
7		Cabanillas	Lizacia
8	Azangaro	Asillo	Chaco cunca
9		Azangaro	Macaya Piripirini
10		San José	Sollocota
11		Muñani	Pedro Vilcapaza de Moro Orcco
12		San Juan de Salina	Accopata
13		Arapa	Esmeralda
14		Chupa	Rinconada
15		Samán	Parcialidad Chejache
16	San Roman	Cabana	Vizallani
17		Cabanillas	Huataquita
18	Moho	Moho	9 de Octubre
19	Huancané	Rosaspata	San Antonio de Esquerica
20	Chucuito	Pomata	Sisipa
21		Juli	Sihuayro
22	El Collao	Ilave	Camicachi
23		Ilave	Santa Maria
24	Puno	Mañazo	Cari Cari
25		Vilque	Rio Vilque
26		Acora	Marca Esqueña
27		Chucuito	Camata
28		Capachica	Ilata
Total	9	28	

Anexo 2: Cuestionario para agricultores de quinua de variedades comerciales



Código de encuesta:

N°
"A"

Cuestionario sobre conservación *in situ* de la diversidad quinua y sus parientes silvestres por los agricultores

Tesis doctoral: "Beneficios y costos de oportunidad de la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de quinua en el departamento de Puno"

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos mediante la ampliación de la cartera de diversidad de variedades nativas de los cultivos y sus parientes silvestres son desarrollados por agricultores custodios en sus chacras, dicha actividad, juega un rol importante en la seguridad alimentaria al garantizar la capacidad de adaptación a los desafíos por el incremento de la demanda de alimentos, el cambio climático, los riesgos por enfermedades y los patrones de consumo cambiante, asimismo, mantienen sus agroecosistemas en proceso continuo de evolución.

Actualmente existen programas de incentivos a la conservación, sin embargo, se busca hacerlas eficientes para que sean sostenibles como política de conservación *in situ* de los recursos genéticos.

[Nota: El encuestado debe ser el jefe de la unidad agrícola sea mujer o varón, mayor de edad y sea responsable del total de su sistema de producción, quien en sus chacras ha cultivado quinua por lo menos una variedad comercial o nativa diferentes durante las últimas dos campañas (2019 y 2020)].

Este cuestionario está dividido en 4 secciones.

El objetivo de la encuesta es orientar hacia una mejor política de los servicios de conservación *in situ* de la diversidad nativa y parientes silvestres de quinua en el Perú, basándonos en este territorio del Departamento de Puno como centro de origen y mayor diversidad del cultivo.

Su participación nos resulta muy valiosa. Le pedimos que dedique unos minutos de su tiempo para completar el cuestionario.

LA INFORMACIÓN QUE NOS BRINDA ES ABSOLUTAMENTE CONFIDENCIAL Y NO SE UTILIZARÁ FUERA DE LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, NI SE HARÁN PÚBLICOS LOS DATOS INDIVIDUALES DE LOS PARTICIPANTES.

Este trabajo de investigación forma parte de una tesis doctoral desarrollado para el programa de Economía de los Recursos Naturales y el Desarrollo Sustentable.

Financiado por: El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).

Sección 1: Sobre la producción en sus chacras (agroecosistema)

1. ¿Señale tres de los cultivos más importantes que ha sembrado la última campaña en sus chacras aparte del cultivo de quinua? [Indique solo tres cultivos importantes]

Especies	(x)
1. Cañihua	
2. Papa	
3. Haba	
4. Avena	
5. Cebada	
6. Chocho (Tarwi)	
7. Izaño	
8. Oca	
9. Alfalfa	
10. Otros:	

2. ¿Cuál es la superficie total aproximada de sus chacras?

< 1/2 hectáreas >1/2 - 1 hectáreas > 1 - 3 hectáreas > 3 hectáreas

Sobre: Variedad comercial de quinua



3. ¿La última campaña, tuvo chacras cultivadas con variedades comerciales de quinua?

Si No

4. ¿Indique las variedades comerciales de quinua que ha cultivado en sus chacras durante la última campaña (2019)?

[Marque el grupo de la variedad a la que pertenece, su nombre local, siembra, sistema de riego, cosecha y la proporción]

Variedad comercial	Marque (X)	Nombre local	Superficie sembrada		Semilla	Agua por:		Cantidad cosechada		Más usado en su hogar? (%)
			Cant.	Unid. 1. Metros cuadrados 2. Hectáreas 3. Acres 4. Yuntas		Modalidad adquirida 1. Mercado local 2. Compró de INIA 3. Trueque 4. Propia 5. Donación	Riego	Secano	Cant.		Unid. 1. Kilogramos 2. Toneladas 3. Sacos
1. Blanca de July										%
2. Ilpa INIA										%
3. INIA 415 - Pasankalla										%
4. INIA 420 Negra collana										%
5. INIA 431 Altiplano										%
6. Kankolla										%
7. Salcedo INIA										%
8. Cheweca										%
9. Rosada de Taraco										%
10. Witulla										%
11. Otro:										%
TOTAL =										100%

[Para continuar con la pregunta 4, elija la variedad comercial de quinua con mayor superficie cultivada y llene la siguiente tabla].

5. ¿Cómo distribuye la producción total de quinua de la variedad comercial que ha cultivado en mayor extensión?

Indique el nombre o el número de la variedad comercial de quinua elegida	Cuanto de lo que produce se destinó para:							Lugar: 1. Chaca 2. Mercado local 3. Mercado regional 4. Mercado Nacional 5. Exterior 6. Otros
	A. Consumo		B. Semilla	C. Presentación en rituales	D. Trueque	E. Venta		
	Grano	Transformado				Grano	Transformado	
	Unidad de medida en porcentaje (%)							
	%	%	%	%	%	%	%	
TOTAL	100% (la suma total siempre debe ser 100%)							

6. Las chacras que cultivaron las variedades comerciales de quinua para la última campaña fueron:

- a. Suyo, con título de propiedad d. Comunidad g. Otros
- b. Suyo, sin título de propiedad e. Alquiladas
- c. Suyo, con escritura pública f. Al partir

6.1. Si su respuesta fue: comunidad (d), alquilada (e), al partir (f) ¿Cuál fue la extensión y cuánto pagó por la chacra? [Ponga la letra que corresponde en el cuadro]

_____ hectáreas _____ Soles

7. Según la variedad comercial de quinua que ha indicado en la tabla anterior, señale la superficie de una de sus chacras donde cultivó esa variedad de mayor extensión, en seguida complete la tabla con las respuestas a la pregunta de: ¿Cuáles fueron los costos incurridos?

Indique nombre o número de la variedad elegida:		.....					
Area cultivada:		..... (m ²) (ha)						
Jornal varón		S/.	Jornal mujer		S/.			
1. Preparación del terreno	SI (x)	NO (x)	Herramienta (Marque la/las alternativas según dependa)	(x)	Cantidad utilizada en ese terreno	Unidad de medida	Costo por unidad / soles	TOTAL
Riego de machaco								
Suministro de agua								
Arado o ruturado y canteo			1. Tractor (incluye operador y combustibles)		....	Horas	S/....	
			2. Yunta (incluye operador)		....	Yunta	S/....	
			3. Chaquitaqlla (incluye operador)		....	Jornal () Hora ()		
Rastrado			1. Tractor (incluye operador y combustibles)		....	Horas	S/....	
			2. Yunta (incluye operador/azero)		....	Yunta	S/....	
Fertilizó el suelo			Orgánico		....	Kg () Sacos ()	S/....	
			Sintético		....	Kg () Sacos ()	S/....	
Surcado			1. Tractor (incluye operador, combustibles)		....	Horas	S/....	
			2. Yunta (incluye operador)		....	Yunta	S/....	
			3. Manual					
Nivelado			Tractor (incluye operador y combustibles)		....	Horas	S/....	
			Yunta (incluye operador)		....	Yunta	S/....	
Limpieza de terreno			1. Mano de obra familiar		....	Jornal () Hora ()		
			2. Mano de obra contratada		....	Jornal () Hora ()		
			3. Ayni		....	Jornal () Hora ()	(... F) (... M)	
2. Siembra		SI	NO					
Semilla	Compró		2. Mercado		....	Kg () o Arroba ()	S/....	
			3. Institución		....	Kg () o Arroba ()	S/....	
	Propia		0. Seleccionado - Mujer		....	Jornal () Hora ()		
Trueque			1. Seleccionado - Varón		....		
					....	Kg () o Arroba ()		
Siembra			0. Boleo		....	Jornal () Hora ()	S/....	
			1. Lineal		....	Jornal () Hora ()	S/....	
Tapado de semillas			1. Yunta		....	Yunta	S/....	
			2. Manual		....	Jornal () Hora ()	S/....	
3. Labores agrícolas		SI	NO					
Deshierbe			1. Mano de obra familiar		....	Jornal () Hora ()		
			2. Mano de obra contratada		....	Jornal () Hora ()		
			3. Ayni		....	Jornal () Hora ()	(... F) (... M)	
Aporque			1. Mano de obra familiar		....	Jornal () Hora ()		
			2. Mano de obra contratada		....	Jornal () Hora ()		
			3. Ayni		....	Jornal () Hora ()	(... F) (... M)	
Abonamiento			Orgánico		....	Kg () o Sacos ()	S/....	
			Sintético		....	Kg () o Sacos ()	S/....	
Control de plagas			1. Fungicidas comercial		....	Lt () o kg ()	S/....	
			2. Insecticidas comercial		....	Lt () o kg ()	S/....	
			3. Casero:		....	Lt () kg () sacos ()	veces....	
4. Cosecha		SI	NO					
Siega	Mecánico		Segadora (alquiler incluye operador)		....	Horas	S/....	
	Manual		1. Mano de obra familiar		....	Jornal () Hora ()		

			2. Mano de obra contratada	....	Jornal () Hora ()		
			3. Ayni (con hoz)	....	Jornal () Hora ()	(...F) (...M)	
Recojo y emparvado			1. Mano de obra familiar	....	Jornal () Hora ()		
			2. Mano de obra contratada	....	Jornal () Hora ()		
			3. Ayni	....	Jornal () Hora ()	(...F) (...M)	
Trillado	Mecánico		Trilladora (Incluye operador y combustible)	....	Horas	S/....	
	Manual		1. Mano de obra familiar	....	Jornal () Hora ()		
			2. Mano de obra contratada	....	Jornal () Hora ()		
			3. Ayni (con pala de trillado)	....	Jornal () Hora ()	(...F) (...M)	
Venteado		1. Mano de obra familiar	....	Jornal () Hora ()			
		2. Mano de obra contratada	....	Jornal () Hora ()			
5. Post cosecha			SI NO				
Secado de semilla			Manual	....	Jornal () Hora ()	S/....	
Selección de grano			Manual	....	Jornal () Hora ()	S/....	
			Máquina (Incluye operador y combustibles)	....	Horas	S/....	
Almacenamiento (vivienda)			Dentro de la vivienda		Acondicionado (...) Construcción especial (...)		
			Fuera de la vivienda				
Material de almacenado			1. Recipiente de metal	....	Unid.	S/....	
			2. Raki/chomba	....	Unid.	S/....	
			3. Balde de plástico	....	Unid.	S/....	
			4. Costales	....	Unid.	S/....	
			5. Sacos tejido	....	Unid.	S/....	
			6. Otros	....	Unid.	S/....	
6. Insumos			SI NO				
Fertilizante sintético:			Nitrato de amonio	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Sulfato de amonio	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Urea	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Abonos foliares	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Otro _____	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
Fertilizante Orgánico:			Guano de isla	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Estiércol	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Residuos cosecha	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Compost	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Humus de lombriz	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Biol	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
			Otro _____	....	Kg () o Arroba ()	S/....	Veces:.....
Otros insumos			Otros insumos	....	Unid.	S/....	
			Alquiler de terreno	....	Chacra	S/....	Campana () o año ()
			Alquiler de mochila	....	Unid.	S/....	Veces:.....
		Transporte de la cosecha	0. Carro (Incluye combustible)	....	Viajes	S/....	S/....
			4. Moto carga (Incluye combustible)	....	Viajes	S/....	S/....
			3. Caballo	....	Unid.	... km	
			2. Llama	....	Unid.	... km	
			1. Burro	....	Unid.	... km	
		Costo de transporte estiércol (incluye operador y combustible)	Carro (Incluye combustible)	....	Viajes	S/....	S/....
			Moto carga (Incluye combustible)	....	Viajes	S/....	S/....
	Animal de carga		....	Unid. ....	... km		
		¿Dónde compra los insumos?	Lugar.....				
		¿Realiza análisis de suelos?	....	Unid.	S/....		

Sobre: Parientes silvestres de quinua



8. ¿Usted mantiene alguna planta denominada k'ita quinua o ayara (pariente silvestre de la quinua) en sus chacras?

Si No

[Si su respuesta a la pregunta 8 fue NO, pase a la pregunta 9]

- 8.1. ¿Por qué mantiene a los k'ita quinuas (parientes silvestres) sus chacras? [Marque con X solo una alternativa]

Tradición Está asociado a un cultivo
 Alimento en periodos de austeridad Importancia cultural
 Mala hierba

- 8.2. ¿Con qué nombre los reconoce a estos parientes silvestres que mantiene y en qué los utiliza?

Nombre local	Distribución en la chacra (x)		Cosecha 1. Kilogramos 2. Brazado (en planta)		¿Qué parte de la planta consume?	Usos que le da en su hogar.
	Dentro	Borde	Cant.	Unid.		
1.						
2.						
3.						
4.						

9. Se le presentará algunos enunciados sobre su decisión de “cultivar o no una variedad comercial de quinua” en su chacras, califique a cada uno de ellos con un puntaje de 1 a 5 según considere su importancia. Donde:

1 *Igualmente importante* 2 *Ligeramente importante* 3 *Muy importante* 4 *Evidentemente más importante* 5 *Extremadamente más importante*
 [Rellenar el círculo ●, según el grado de importancia que el encuestado le asigna entre: 1, 2, 3, 4 o 5]:

	1	2	3	4	5
a. Asociado a su cultura, costumbres y tradiciones	<input type="radio"/>				
b. Nivel de inversión	<input type="radio"/>				
c. Resistencia de plagas y enfermedades	<input type="radio"/>				
d. Resistencia a vientos, heladas y granizos	<input type="radio"/>				
e. Preferencias del mercado	<input type="radio"/>				
f. Manejo del cultivo	<input type="radio"/>				
g. Tipo de suelo	<input type="radio"/>				
h. Calidad del producto	<input type="radio"/>				
i. Precio en el mercado	<input type="radio"/>				

Sobre: Sistemas individuales y colectivos en la producción de quinua



10. ¿Participa o participó en la gestión de cultivos a nivel colectivo en los sistemas denominados aynokas o laymes?

Si No

[NOTA: Si su respuesta a la pregunta 10 fue NO, pase a la SECCIÓN 2]

11. ¿Con qué nombre lo conoce al sistema colectivo en el que participa? _____

12. ¿Se le mencionará algunos enunciados por los que “participa o participó en los sistemas colectivos *aynokas* o *laymes*”? Usted podrá proporcionarle un puntaje de 1 a 5 según la importancia que le asigna a cada uno, donde:

	1 <i>Igualmente importante</i>	2 <i>Ligeramente importantes</i>	3 <i>Muy importante</i>	4 <i>Evidentemente más importante</i>	5 <i>Extremadamente más importante</i>
[Rellenar el círculo ●, según el grado de importancia que le asigna el encuestado, entre: 1, 2, 3, 4 o 5]:					
	1	2	3	4	5
a. Control integrado de plagas y malezas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b. Mejoramiento de semillas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c. Menos inversión familiar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d. Humedad de suelo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e. Identidad cultural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f. Aplica conocimientos tradicionales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g. Asegura su alimentación familiar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h. Mano de obra colectiva o ayni	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sobre: Ahora pasamos a tratar referente a la conservación de variedades nativas de quinua



Sección 2: Participación en el programa de conservación de la diversidad de quinua

13. ¿Si actualmente no cultiva alguna otra variedad de quinua, consideraría hacerlo en el futuro?

Si

No

[NOTA: Si su respuesta a la pregunta 13 es NO, pase a la pregunta 16]

14. ¿Cuál o cuáles de estas alternativas de variedades nativas de la lista consideraría cultivar en el futuro?

[Marque con X la (las) variedades elegidas, adicionalmente marque el tipo de chacra que le asignaría]

Variedad nativa	(x)	Chacras	
		Individual	Aynokas
1. Ccoito	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Cuchiwila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Chullpi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Huariponcho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Kello witulla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Misa quinua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sobre: Beneficios del programa de conservación en los participantes.



15. ¿Actualmente recibe o ha recibido algún incentivo de una ONG, del Estado o de algún otro instituto por mantener las variedades nativas de quinua u otro cultivo nativo?

Si

No

[NOTA: Si su respuesta a la pregunta 15 es NO, pase a la pregunta 16]

15.1. ¿Qué incentivo recibió? [Marque con X la (s) alternativa (s) necesarias e indique el detalle, la cantidad y periodo]

Incentivos	Si (x)	No (x)	Cant.	Unidad
Económico				Soles/ año
Semillas				Kg / Variedades
Talleres y capacitaciones				Talleres asistidos
Organización y marketing				Kg que incrementó en sus ventas gracias a las actividades del programa
Otros:				

15.2. ¿Qué actividades mejoró o implementó en su producción de quinua después del incentivo recibido del programa de conservación? [Marque con X las alternativas necesarias e indique el detalle]

Descripción	¿Mejoró? (x)			Cant. Que incrementó	Unidad
	Si	No	Igual		
Económico				+	Soles/año
Diversidad del cultivo				+	Número de variedad nativa
Mejoró la rotación de cultivos					
Ventas de variedades nativas				+	Kg/año
Consumo familiar				+	Kg/mes
Ferias asistidas para exposición				+	Ferias asistidas
Uso de fertilizantes orgánicos				+	%
Capacitaciones en manejo y gestión de semillas				+	Talleres asistidos
Otros:				+	

16. ¿Sabe usted que actualmente en nuestro país existe un programa de incentivos de Pagos por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad - "diversidad local de cultivos nativos"?

Si No

[Por favor, lea este breve texto con mucha atención antes de continuar con la siguiente pregunta]

Pagos por Servicios de Conservación de la Agrobiodiversidad, es un programa del Estado que promueve el mantenimiento de la diversidad de cultivos nativos, que se encuentran en peligro de extinción, este servicio es proveído por el agricultor custodio en su chacras individuales o comunales, por lo tanto, ofrece incentivos por el servicio de conservación a los mejores postores.



17. ¿Ofrecería sus servicios para conservar o seguir conservando las variedades nativas de quinua y/o parientes silvestres con el programa de conservación de la agrobiodiversidad? [Elija una alternativa según considere el grado al que aceptaría participar]

No de ninguna manera	No estoy dispuesto	Indiferente/ Neutral (SI)	Dispuesto a participar (SI)	Extremadamente dispuesto a participar (SI)
1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[NOTA: Si su respuesta a la pregunta 17 fue la alternativa 3, 4 o 5, pase a la SECCIÓN 3]

18. ¿Por qué no le gustaría participar en el programa de conservación de la diversidad de quinua nativa?

.....
[NOTA: Si respondiste a la pregunta 18, pase a la SECCION 4]

Sección 3: Alternativas a elegir frente a un contrato para proveedor de servicio

[Por favor, lea al encuestado este breve texto con mucha atención antes de contestar]

A continuación, le vamos a presentar 3 grupos de figuras.

Esta ficha presenta 3 esquemas de políticas de conservación de la diversidad de variedades nativas y/o parientes silvestres en chacras definidas por una combinación de características que los esquemas de conservación ofrecen como licitación para los proveedores de estos servicios de conservación.

	Programa A	Programa B	Actual
Tiempo de contrato	 1 anual	 3 años	 Sin contrato
Soporte profesional	 Asistencia especializada	 Asistencia especializada	 Sin asistencia
Estructura del sistema de conservación	 Sistema articulado con el programa (individual / colectivo)	 Sistema articulado con el programa (individual / colectivo)	 Sistema actual (individual / colectivo)

19. Alternativa elegida: [Enseñe al agricultor los programas para que elija entre la opción (A, B o C) que prefiere]

Marque con (X) A B C

20. ¿Cuánto sería el mínimo monto en soles al año que ESTARÍA DISPUESTO A ACEPTAR por proveer el servicio de conservación de las variedades nativas de quinua y k'ita quinuas en 1000m², considere que este programa proporciona 01 asistencia técnica especializada, 01 taller en el manejo de semillas, semillas de cada variedad al iniciar en el programa, y su producción es para usted?

- | | | | |
|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|
| 100 – 170 | <input type="checkbox"/> | 381 – 450 | <input type="checkbox"/> |
| 171 – 240 | <input type="checkbox"/> | 451 – 520 | <input type="checkbox"/> |
| 241 – 310 | <input type="checkbox"/> | Otros: | <input type="checkbox"/> |
| 311 – 380 | <input type="checkbox"/> | | |

[Si su respuesta fue otros no monetarios, registre el detalle]

..... ¿En qué cantidad?

Sección 4: Algunas preguntas sobre usted

¿Número total de integrantes de familia que viven actualmente en la unidad agrícola?

N°	Integrante del hogar encuestado	Sexo	Edad	Ocupación	Nivel de educación	Ingreso total/mes	Fuente del ingreso
	1. Esposa 2. Esposa 3. Hijo (a) 4. Otros	1. M 2. F		1. Agricultor 2. Ganadero 3. Agropecuario 4. Ama de casa 5. Empleado 6. Comerciante 7. Estudiante 8. Demandante de empleo 9. Discapacitado/enfermo 10. Otros	1. Sin instrucción 2. Primaria incompleta 3. Primaria completa 4. Secundaria incompleta 5. Secundaria completa 6. Superior técnica incompleta 7. Superior técnica completa 8. Superior universitaria incompleta 9. Superior universitaria completa	1. Nada 2. menos de 250 soles 3. 250 – 500 soles 4. 550 – 800 soles 5. 800- 1200 soles 6. más de 1200 soles	1. Trabajo en su propia chacra 1. Trabajo en otras chacras 2. Trabajo en un local de negocios 3. Trabajo en su propio negocio 4. Remesas 5. Artesanías 6. Trabajo para el gobierno en una institución pública 7. Otros
1	Jefe del hogar						
2							

Nombre del encuestado			
Lengua	1. Aymara (); 2. Quechua (); 3. Otros ()		
Es miembro de asociación de productores de quinua orgánica	Si () No ()		

Llenar el encuestador:

Provincia / Distrito	/
Comunidad	
Anexo	
Altura (msnm)	
Coordenadas geográficas	Latitud:-----
	Longitud:-----

Observación:

Anexo 3: Preguntas modificadas al cuestionario general para agricultores de quinua de variedades nativas

Sobre: Variedad nativa de quinua



3. ¿Indique las variedades nativas de quinua que ha cultivado en sus chacras durante la última campaña (2019)?
[Marque el grupo de la variedad a la que pertenece, su nombre local, siembra, sistema de riego, cosecha y la proporción]

Variedad nativa (familias de las:)	Marque (X)	Nombre local	Superficie sembrada		Semilla		Agua por:		Cantidad cosechada		Más usado en su hogar? (%)
			Cant.	Unid. 1. Metros cuadrados 2. Hectáreas 3. Acres 4. Yuntas	Modalidad adquirida 1. Mercado local 2. Compró de INIA 3. Trueque 4. Propia 5. Donación	Riego	Secano	Cant.	Unid. 1. Kilogramos 2. Toneladas 3. Sacos		
1. Quinuas blancas											
2. Chullpi											
3. Amarilla											
4. Misa quinua											
5. Witulla											
6. Q'oitto											
7. Pasankalla											
8. Morada o quinda											
9. Chaucha											
10. Real											
11. Otro:											
TOTAL											100%

8. Se le presentará algunos enunciados sobre su decisión de “cultivar o no una variedad nativa de quinua” en sus chacras, califique a cada uno de ellos con un puntaje de 1 a 5 según considere su importancia. Donde:

1	2	3	4	5
<i>Igualmente importante</i>	<i>Ligeramente Importante</i>	<i>Muy importante</i>	<i>Evidentemente más importante</i>	<i>Extremadamente más importante</i>

[Rellenar el círculo ●, según el grado de importancia que el encuestado le asigna entre: 1, 2, 3, 4 o 5]:

	1	2	3	4	5
a. Asociado a su cultura, costumbres y tradiciones	<input type="radio"/>				
b. Contribuir a un programa estatal de semilla	<input type="radio"/>				
c. Bajos niveles de inversión	<input type="radio"/>				
d. Resistencia de plagas y enfermedades	<input type="radio"/>				
e. Resistencia a vientos, heladas y granizos	<input type="radio"/>				
f. Preferencias del mercado	<input type="radio"/>				
g. Fácil de manejar y mantener	<input type="radio"/>				
h. Menos exigentes de calidad de suelo	<input type="radio"/>				
i. Calidad del producto	<input type="radio"/>				
j. Le da buena reputación en su localidad	<input type="radio"/>				
k. Proveer de semillas locales a los vecinos	<input type="radio"/>				
l. Diversidad (color, tamaño y sabor del producto)	<input type="radio"/>				
m. Mantener paisajes atractivos	<input type="radio"/>				

Anexo 4: Unidades equivalentes de conversión

Cantidad		
Arroba	11.339 kilogramos	
Sacos polipropileno	70 kilogramos	
Saco tejido	65 kilogramos	
Superficie		
1 hectárea	10, 000 metros cuadrados	
	2,471 acres	
	11,960 yardas	
Mano de obra		
1 jornal (Mujer/Hombre)	8 horas de trabajo	
0.5 Jornal (Mujer/Hombre)	4 horas de trabajo	
0.25 Jornal (Mujer/Hombre)	2 horas de trabajo	
0.13 Jornal (Mujer/Hombre)	1 horas de trabajo	
Animal de carga	Soles/ Costo de oportunidad en tiempo por el humano	Tiempo
Burro	70 kg/ Viaje	26 km/hora
Llama	70 kg/ Viaje	26 km/hora
Caballo	70 kg/ Viaje	36 km/hora

Anexo 5: Cuestionario para evaluar precios locales de quinua según la variedad

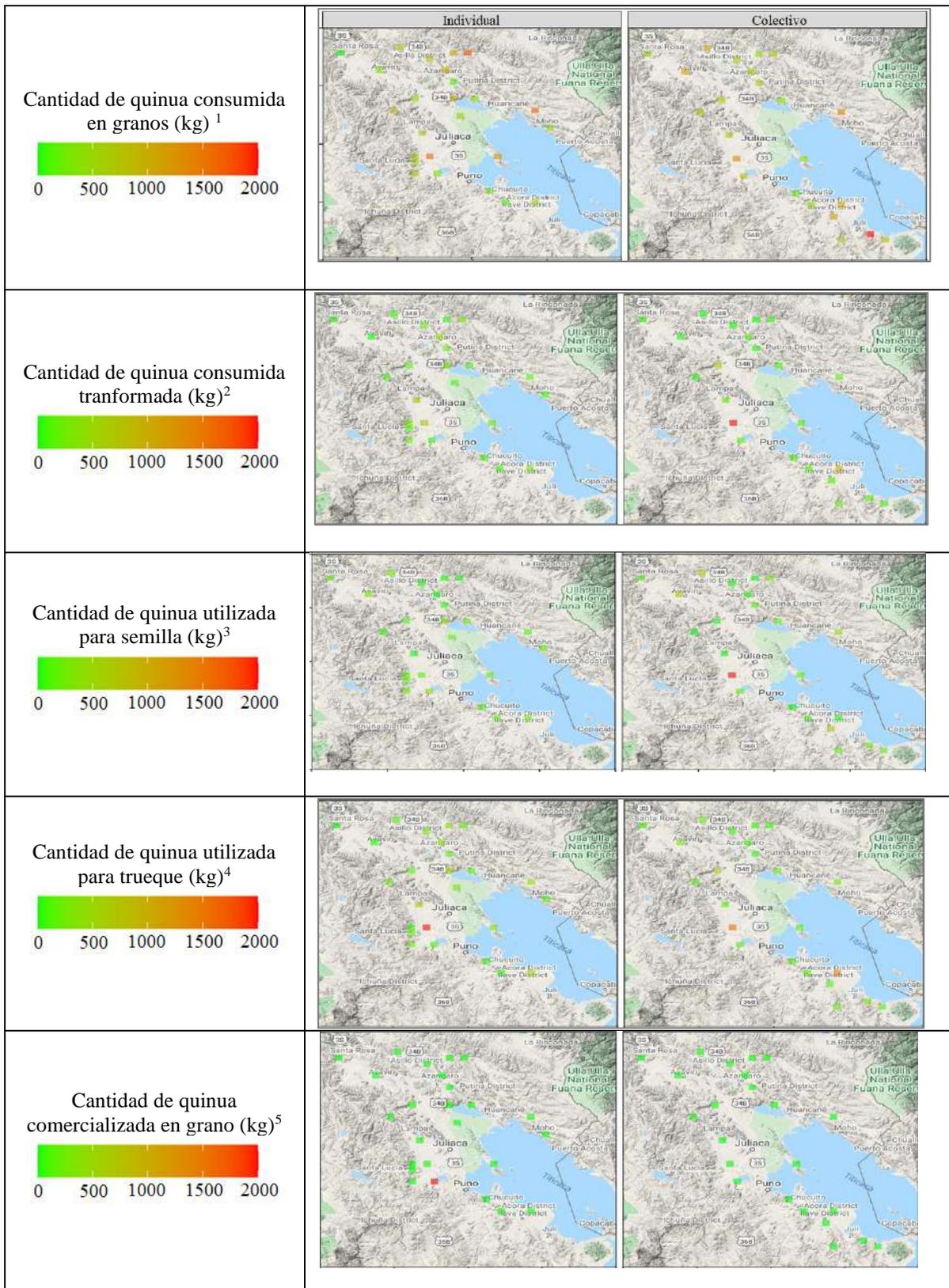
			Localidad: N° _____ "C"
---	---	---	--------------------------------------

Encuesta precio de mercado local de las diferentes variedades de quinua en el Departamento de Puno
 Tesis: "Beneficios y costos de oportunidad de la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos de quinua en el departamento de Puno"

N°	Nombre de la variedad	Nombre local	Color de grano	Figura referencial	Unidad de venta de grano de quinua en soles:					Distancia mercado local de venta (Aprox.) en Km.
					1 Kilogramo	2 Arroba	3 Quintal	4 Arroba	5 Quintal	
1	Wariponcho	Wariponcho	Amarillo/Blanco		S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
2	Kello Witulla	Witulla	Rojo/Blanco		S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
3	Chullpi	Pesqe Jiura	Blanco opaco (u otros colores)		S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
4	Misa quinua	Misa Jiura	Dos colores		S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
5	Q'oito	Q'oito	Negro/Plomo		S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				

6	Parientes silvestres (Ayara)	Kita liqehua o Ayala o ichka	Variado (En planta)		S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
7	Morada quinda	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
8	Quinuas blancas	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
1	Blanca de July	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
2	Ilpa INIA	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
3	INIA 415 - Pasankalla	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
4	INIA 420 Negra collana	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
5	INIA 431 Altiplano	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
6	Kankolla	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				
7	Salcedo INIA	Variedad comercial	S/ Kilogramo() Arroba () Quintal () Km Km Km Km Km				

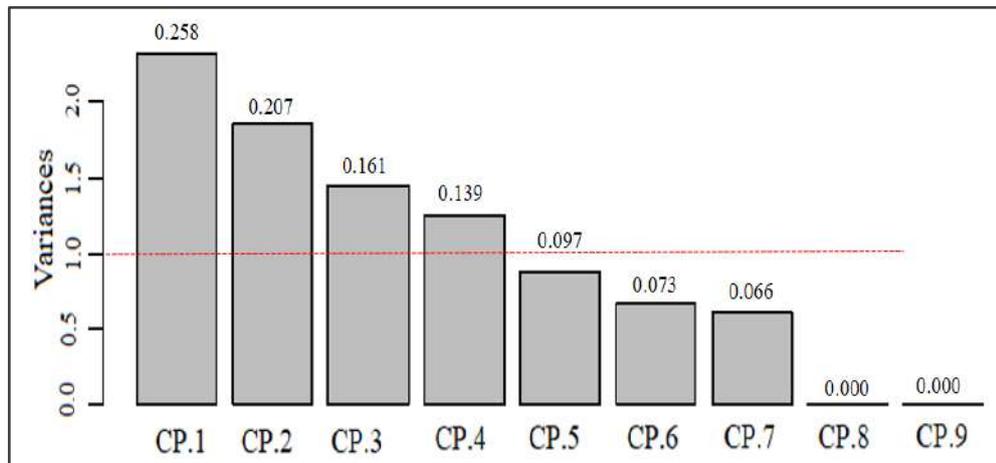
Anexo 6: Mapa de calor sobre la distribución de la producción de quinua en la unidad agrícola individual y colectivo en el Departamento de Puno



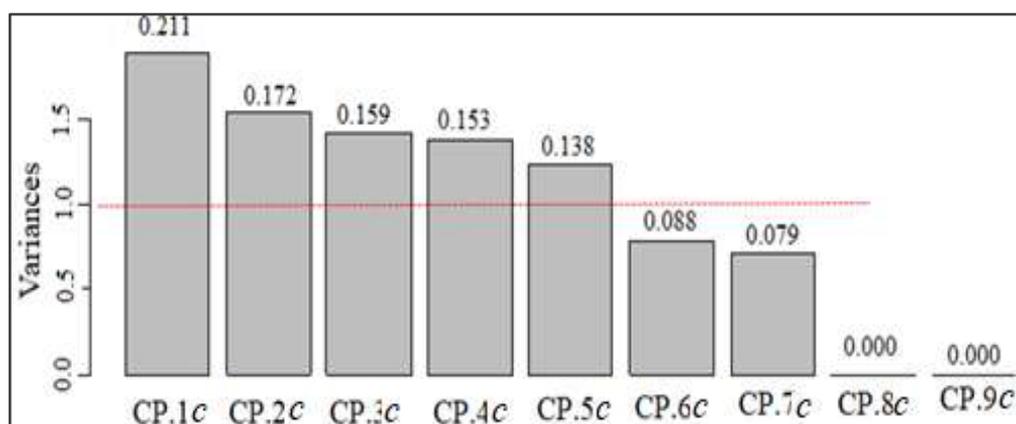


1. Los sistemas colectivos consumen la quinua en grano de manera homogénea aproximadamente superior a los 500 kg/año a lo largo de todas las provincias encuestadas, mientras que, los sistemas individuales muestran una mayor concentración en la parte norte del Lago Titicaca.
2. El consumo de quinua transformada a lo largo de las provincias encuestadas en referencia al lago Titicaca se muestra niveles menores a 500 kg/año en ambos sistemas agrícolas estudiadas.
3. La asignación de la producción de quinua para semilla se muestra homogénea en todas las provincias encuestadas y en ambos sistemas agrícolas.
4. El trueque de quinua es una actividad bastante limitada actualmente a lo largo de todas las provincias encuestadas, sin embargo, quienes hacen la diferencia es la zona oeste del lago Titicaca para ambos sistemas.
5. La comercialización de quinua en grano es homogénea en todas las provincias con niveles de alrededor de 500 kg/año. Cabe recalcar que existe una diferencia registrada en la zona Oeste del Lago Titicaca (provincia de Puno) donde el sistema individual comercializaría mayores niveles que el resto.
6. Sobre la venta de quinua transformada, también se muestra niveles inferiores, pero se observa una homogeneidad en los niveles de venta de quinua a lo largo de las provincias encuestadas, también existe una diferencia resaltante en el Oeste del Lago Titicaca.

Anexo 7: Grafico de barras de la variabilidad explicada por Componente Principal de la variable de decisión en el sistema agrícola individual que cumplen con el criterio de Kaiser.



Anexo 8: Gráfico de barras de la variabilidad explicada por cada componente para los criterios de decisión en el sistema agrícola colectivo



Anexo 9: Prueba de normalidad de los errores del modelo de Disposición a Participar (DAPa) en el PSCA de los agricultores de quinua en general

Test	Statistic	P-value
Jarque-Bera test de normalidad	62887.4823	0.0000
Lilliefors (Kalmogorov-Smirnov) test normalidad	0.3213	0.0000
Shapiro-Wilk test normalidad	0.3903	0.0000

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Anexo 10: Matriz de confusión para la Disposición a Participar (DAPa) en un esquema de conservación *in situ* de la diversidad de quinua de los agricultores de quinua en general

Predicción	Referente	Total
No	No	88
No	Sí	12
Sí	No	26
Sí	Sí	189
Total		315
Verdaderas		277
R accuracy		0.8794
95 % CI		(0.8382, 0.9132)
P- Value [Acc>NIR]		0

Anexo 11: Distribución de data para el análisis del algoritmo de clasificación y la confiabilidad de los modelos para disposición a aceptar

Variables dependientes	Categorías	Individual (%)		Colectivo (%)	
		Modelo de Entrenamiento	Modelo de Prueba	Modelo de Entrenamiento	Modelo de Prueba
Data total [315]	Data (%)	66.2	33.8	70.2	29.8
Disposición a aceptar un pago mínimo por participar en el programa (DAA)	0 = No incentivo/No contrato	37.6	32.4	28.8	32.4
	1 = S/. 1,000.00	0.8	1.5	0	0
	2 = S/. 1,701.00	0	1.5	0	2.9
	3 = S/. 2,401.00	3	0	6.3	5.9
	4 = S/. 3,110.00	2.2	4.4	26.3	26.5
	5 = S/. 3,810.00	17.3	16.1	0	0
	6 = S/. 4,510.00	39.1	44.1	38.7	32.4
Nivel de confiabilidad (%)		95	80*	95	95*
AIC		580		318.0	
llh		-168.4		-100.0	
llhNull		3.4		2	
G2		6500.0		9900	
McFadden		1		1	
r2ML		0.9		0.9	
r2CU		1		1	

Nota: *La confiabilidad de los modelos de prueba en ambos casos son muy buenos.

Anexo 12: Coeficientes de las variables independientes para cada modelo de las categorías de Disposición a Aceptar un pago por conservar *in situ* los recursos genéticos de la quinua en el sistema agrícola individual en el Departamento de Puno

Variables	Variable dependiente									
	100		-		380		381-450		451-520	
	DAA1		DAA1		DAA1		DAA2		DAA3	
Sexo_Masculino	-42.172***	(0.0)	-44.059***	(0.0)	47.351***	(0.50)	-191.612***	(5.0)	-50.407***	(6.47)
Edad	-0.565	(0.0)	-1.391***	(0.0)	-4.56	(9.89)	0.285	(62.75)	-4.861	(72.78)
Integrantes_familia	-16.197***	(0.0)	25.085***	(0.0)	-64.773***	(0.29)	-64.713	(40.05)	-30.998	(48.71)
Ocupación_Agropecuario	23.232	(0.0)	-59.635***	(0.0)	-51.184***	(0.0)	40.561***	(1.0)	-241.552***	(1.08)
Ocupación_ActividadHogar	6.309	(0.0)	-7.904***	(0.0)	6.508***	(0.0)	455.480***	(0.0)	-455.011***	(0.0)
Ocupación_Empleado	6.302***	(0.0)	6.333***	(0.0)	-6.029***	(0.0)	303.104***	(0.0)	-166.126***	(0.0)
Ocupación_Estudiente	15.421	(0.0)	461.881***	(0.0)	-14.033***	(0.0)	18.292***	(0.0)	-347.166***	(0.0)
NivelEdu_PrimeriaI	-35.528***	(0.0)	35.865***	(0.0)	13.902***	(0.0)	-201.694***	(0.0)	-224.577***	(0.08)
NivelEdu_PrimeriaC	-20.651***	(0.0)	-36.622***	(0.0)	-10.822***	(0.0)	125.694***	(5.54)	68.349***	(9.2)
NivelEdu_SecundariaI	36.993	(0.0)	76.951***	(0.0)	17.474***	(0.0)	35.927*	(21.15)	28.691	(21.32)
NivelEdu_SecundariaC	-37.214	(0.0)	-47.227***	(0.0)	59.692***	0.1	58.096***	(14.68)	118.713***	(11.02)
NivelEdu_TécnicoI	-30.769***	(0.0)	-16.532***	(0.0)	3.751***	(0.0)	-12.219***	(0.0)	-61.720***	(0.0)
NivelEdu_TécnicoC	-27.468	(0.0)	-91.022***	(0.0)	-27.822***	(0.0)	-467.632***	(0.0)	51.245***	(2.0)
NivelEdu_UniversidadI	16.361	(0.0)	27.206***	(0.0)	15.638***	(0.0)	-154.406***	(0.0)	93.543	(0.0)
IngresoMes<S/250	59.071	(0.0)	84.393***	(0.0)	3.298***	(0.50)	6.859	(6.79)	-89.653***	(6.8)
IngresoMes_S/250-550	-42.582***	(0.0)	231.714***	(0.0)	-39.414***	(0.0)	-113.264***	(0.0)	-175.624***	(5.0)
IngresoMes_S/551-800	4.560***	(0.0)	-15.381***	(0.0)	1.736***	(0.0)	-10.292***	(0.0)	116.782***	(0.0)
IngresoMes >S/.1200	6.302***	(0.0)	6.333***	(0.0)	-6.029***	(0.0)	303.104***	(0.0)	-166.126***	(0.0)
FuenteIngres_Ganadería	-2.824	(0.0)	-11.700***	(0.0)	-0.566***	(0.0)	-116.504***	(0.0)	-149.541***	(0.0)
FuenteIngres_OtroNegocio	3.669	(0.0)	-110.282***	(0.0)	101.440***	(0.0)	-165.813***	(0.0)	-19.307***	(0.0)
FuenteIngres_PropioNegocio	-4.685	(0.0)	-227.286***	(0.0)	-62.207***	(0.5)	178.753***	(6.8)	-40.460***	(6.0)
FuenteIngres_InstituciónPublic	6.302***	(0.0)	6.333***	(0.0)	-6.029***	(0.0)	303.104***	(0.0)	-166.126***	(0.0)
FuenteIngres_Otros	44.792	(0.0)	-26.875***	(0.0)	14.415***	(0.0)	150.894***	(0.0)	84.761***	(0.0)
Idioma_Quechua	-121.812	(0.0)	-195.888***	(0.0)	-108.999***	(0.1)	-99.760***	(6.5)	-148.975***	(6.6)
Altura_ubicación (msnm)	-0.014	(0.0)	-0.017***	(0.0)	0.117	(490.9)	-0.354	(108.7)	-0.187	(189.3)
MainProduct_Papa&Cañihua	-6.209	(0.0)	111.434***	(0.0)	56.824***	(0.1)	83.021***	(16.9)	-3.046	(18.0)
Rendimiento_VarComercial	-0.041	(0.0)	-0.052***	(0.0)	-0.167	(174.3)	0.013	(166.8)	-0.168	(402.1)
Número_VarComercial	46.377	(0.0)	21.145***	(0.0)	-22.310***	(0.3)	124.108***	(5.0)	52.949***	(5.3)

Rendimiento_VarNativa	0.212	(0.0)	0.313***	(0.0)	-0.471***	(0.0)	0.279	(1574.8)	0.042	(1629.0)
Número_VarNativa	-51.829	(0.0)	-134.345***	(0.0)	-26.927***	(0.0)	-86.818***	(29.9)	-162.661***	(30.6)
SolesKg_VarComercial	11.77	(0.0)	52.821***	(0.0)	111.098***	(0.2)	82.489***	(6.7)	297.555***	(7.3)
SolesKg_VarNativa	33.779	(0.0)	-77.644***	(0.0)	14.602***	(0.1)	396.971***	(16.0)	28.898*	(16.6)
VariedadNat_Blancas	-32.724	(0.0)	21.431***	(0.0)	129.184***	(0.0)	-14.177***	(4.1)	210.885***	(4.9)
VariedadNat_Witulla	-14.403	(0.0)	-20.629***	(0.0)	-21.070***	(0.0)	52.792***	(0.0)	258.025***	(0.0)
VariedadNat_Quito	13.659	(0.0)	-30.133***	(0.0)	-110.337***	(0.0)	-258.032***	(0.0)	232.789***	(3.6)
VariedadNat_Pasankalla	3.168	(0.0)	0.037***	(0.0)	-100.098***	(0.0)	10.900***	(0.0)	-297.370***	(0.0)
VariedadCom_BlancaJuli	-49.314	(0.0)	53.526***	(0.0)	29.171***	(0.4)	91.112***	(10.1)	-143.646***	(9.4)
VariedadCom_Pasankalla	6.222***	(0.0)	5.114***	(0.0)	6.427***	(0.0)	14.292***	(0.0)	-27.095***	(0.0)
VariedadCom_NegraCollana	3.299***	(0.0)	3.434***	(0.0)	6.486***	(0.0)	-177.556***	(0.0)	183.680***	(0.0)
VariedadCom_Kankolla	42.243	(0.0)	-97.643***	(0.0)	-156.663***	(0.0)	-95.392***	(5.5)	151.529***	(4.2)
VariedadCom_SalcedoINIA	15.699	(0.0)	53.300***	(0.0)	260.969***	(0.0)	60.042***	(0.0)	147.968***	(0.0)
VariedadCom_RosaTaraco	9.277	(0.0)	4.806***	(0.0)	-41.536***	(0.5)	226.923***	(0.0)	-193.200***	(0.0)
SelecciónSemilla_VarónUA	-2.491	(0.0)	130.639***	(0.0)	-25.307***	(0.0)	11.376***	(0.0)	-132.716***	(0.0)
CompraSemilla_Mercado	84.397	(0.0)	-60.637***	(0.0)	-95.757***	(0.0)	-26.420***	(1.5)	-108.606***	(1.4)
CompraSemilla_Institución	13.921***	(0.0)	30.236***	(0.0)	269.801***	(0.0)	42.635***	(0.0)	170.371***	(0.0)
DistanciaMercado (km)	-3.518	(0.0)	0.302***	(0.0)	-3.418	(16.6)	2.383	(1830.6)	-2.31	(1786.3)
ParticipóPSCA	6.044***	(0.0)	1.100***	(0.0)	6.439***	(0.0)	19.878***	(0.0)	43.373***	(0.0)
CostoTotalSiembra	-0.029	(0.0)	-0.017***	(0.0)	-0.066	(765.4)	-0.006	(857.4)	0.027	(863.0)
MantienePSilvestre	-104.368	(0.0)	-122.609***	(0.0)	-225.742***	(0.0)	-293.540***	(7.8)	-162.754***	(8.1)
Cultivaria1Nativa	1.938	(0.0)	-117.730***	(0.0)	-94.774***	(0.0)	195.541***	(18.8)	250.895***	(18.0)
Cultivaria2Nativa	72.49	(0.0)	3.908***	(0.0)	-85.383***	(0.0)	251.391***	(20.9)	347.280***	(20.3)
Cultivaria3Nativa	48.479	(0.0)	42.710***	(0.0)	157.256***	(0.0)	215.584***	(1.3)	291.133***	(1.3)
Cultivaria4Nativa	-1.536	(0.0)	-19.837***	(0.0)	-4.876***	(0.0)	-22.183***	(0.0)	73.305***	(0.0)
Cultivaria5Nativa	-2.158***	(0.0)	274.564***	(0.0)	7.558***	(0.0)	-87.035***	(0.0)	126.491***	(0.0)
Cultivaria6Nativa	57.565	(0.0)	77.072***	(0.0)	317.537***	(0.0)	175.025***	(0.0)	248.108***	(0.0)
EsquemaDAA_1año	-59.199	(0.0)	68.438***	(0.0)	319.980***	(0.0)	566.920***	(7.8)	607.168***	(9.5)
EsquemaDAA_3años	112.063	(0.0)	269.138***	(0.0)	130.498***	(0.0)	208.807***	(6.8)	714.739***	(8.4)
EsquemaDAA_SinContrato	-18.454	(0.0)	-46.114***	(0.0)	-110.367***	(0.0)	121.502***	(0.0)	540.223***	(0.0)
Constante	-0.649	(0.0)	-0.188***	(0.0)	4.717***	(0.1)	-54.189***	(1.0)	-7.238***	(1.1)
Akaike Inf. Crit.						580				

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Anexo 13: Coeficientes de las variables independientes para cada modelo de las categorías de Disposición a Aceptar un pago por conservar in situ los recursos genéticos de la quinua en el sistema agrícola colectivo en el Departamento de Puno

Variables independientes	Variable dependiente					
	(100-380) DAA1		(381-450) DAA2		(451-520) DAA3	
Sexo_Masculino	-7.812***	(0.0)	24.107***	(0.2)	-17.386***	(0.1)
Edad	-2.189***	(0.0)	-2.646	(43.4)	-0.614	(34.4)
Integrantes_familia	-9.805***	(0.0)	-8.565	(10.6)	-11.357	(18.9)
Ocupación_ganadería	1.731***	(0.0)	72.744***	(0.0)	-7.540***	(0.0)
Ocupación_Agropecuario	-30.741***	(0.0)	12.307***	(0.1)	-8.769***	(0.2)
Ocupación_ActividadHogar	-7.107***	(0.0)	-32.693***	(0.0)	62.575***	(0.0)
NivelEdu_PrimaryI	18.317***	(0.0)	67.050***	(0.0)	-13.792***	(0.0)
NivelEdu_PrimaryC	0.069**	(0.0)	57.324***	(8.3)	0.381	(8.4)
NivelEdu_SecundariaI	65.009***	(0.0)	83.952***	(3.2)	60.820***	(3.1)
NivelEdu_SecundariaC	12.570***	(0.0)	41.495***	(5.3)	2.515	(2.7)
NivelEdu_TécnicoI	-9.045***	(0.0)	-35.586***	(0.0)	-75.512***	(7.2)
NivelEdu_TécnicoC	-41.107***	(0.0)	-73.692***	(0.0)	-36.491***	(0.0)
IngresoMes < S/250	7.308***	(0.0)	-16.004***	(1.9)	-7.272***	(1.5)
IngresoMes > S/250	-2.494***	(0.0)	-37.216***	(0.0)	38.696***	(0.0)
FuenteIngres_Ganadería	-1.472***	(0.0)	-41.141***	(0.0)	64.513***	(0.0)
FuenteIngres_OtroNegocio	-10.925***	(0.0)	26.638***	(5.3)	-22.590***	(5.5)
FuenteIngres_PropioNegocio	16.431***	(0.0)	22.951***	(4.8)	-57.123***	(4.6)
FuenteIngres_Otros	-7.723***	(0.0)	23.685***	(0.0)	16.220***	(0.0)
Idioma_Quechua	-10.800***	(0.0)	-9.892***	(1.5)	1.727	(1.2)
Altura_ubicación (msnm)	0.034	(9.3)	-0.061	(3.2)	-0.054	(3.0)
MainProduct_Papa&Cañihua	57.675***	(0.0)	33.957***	(3.0)	3.277	(3.7)
Rendimiento_VarComercial	-0.027	(10.5)	-0.036	(2.6)	-0.029	(1.4)
Número_VarComercial	-6.073***	(0.0)	48.555***	(3.2)	-26.208***	(3.6)
Rendimiento_VarNativa	0.137	(30.0)	0.179	(28.0)	-0.187	(27.8)
Número_VarNativa	-71.376***	(0.0)	-47.864***	(6.7)	22.297***	(6.7)
SolesKg_VarComercial	10.836***	(0.0)	91.931***	(0.1)	95.031***	(2.69)
SolesKg_VarNativa	-5.758***	(0.0)	-2.440*	(1.4)	-14.158***	(3.7)
VariedadNat_Witulla	38.868***	(0.0)	-71.536***	(0.0)	64.860***	(0.0)

VariedadNat_Quito	4.872***	(0.0)	11.795***	(0.0)	67.817***	(0.0)
VariedadNat_Pasankalla	-10.698***	(0.0)	-3.269***	(0.0)	2.478***	(0.0)
VariedadCom_BlancaJuli	25.732***	(0.0)	35.516***	(8.2)	33.008***	(6.2)
VariedadCom_Pasankalla	-14.362***	(0.0)	-16.600***	(0.0)	10.169***	(3.1)
VariedadCom_NegraCollana	26.892***	(0.0)	-12.468***	(0.0)	-26.056***	(0.0)
VariedadCom_Kankolla	-15.776***	(0.0)	-16.630**	(8.4)	-1.337	(8.8)
VariedadCom_SalcedoINIA	11.127***	(0.0)	-3.920***	(0.0)	-38.448***	(0.0)
VariedadCom_RosaTaraco	-13.155***	(0.0)	0.664***	(0.0)	21.659***	(0.0)
SelecciónSemilla_VarónUA	26.809***	(0.0)	-8.964***	(0.0)	-53.875***	(0.0)
CompraSemilla_Mercado	-10.956***	(0.0)	-36.447***	(2.9)	50.398***	(4.1)
CompraSemilla_Institución	9.127***	(0.0)	57.444***	(2.2)	47.550***	(2.2)
DistanciaMercado (km)	-2.237***	(0.3)	-0.863	(124.5)	-0.235	(78.5)
ParticipóPSCA	-41.202***	(0.0)	-87.338***	(0.0)	14.235**	(5.9)
CostoTotalSiembra	0.073	(4.7)	-0.006	(27.0)	0.118	(26.6)
MantienePSilvestre	13.196***	(0.0)	-17.558***	(4.9)	35.676***	(2.9)
Cultivaria1Nativa	-15.326***	(0.0)	27.596***	(8.2)	-0.002	(5.9)
Cultivaria2Nativa	22.941***	(0.0)	46.820***	(2.1)	13.650***	(3.4)
Cultivaria3Nativa	-35.113***	(0.0)	7.383	(8.3)	21.005**	(8.3)
Cultivaria4Nativa	2.823***	(0.0)	8.250***	(0.0)	47.078***	(0.0)
Cultivaria5Nativa	10.630***	(0.0)	9.177***	(0.0)	-41.018***	(0.0)
Cultivaria6Nativa	10.967***	(0.0)	-34.124***	(0.0)	33.874***	(0.0)
EsquemaDAA_1año	14.932***	(0.0)	37.338***	(2.2)	26.136***	(2.9)
EsquemaDAA_3años	17.349***	(0.0)	9.909**	(5.0)	66.167***	(5.8)
EsquemaDAA_SinContrato	6.946***	(0.0)	26.211***	(2.9)	59.506***	(2.9)
Constante	-0.447***	(0.0)	1.746***	(0.1)	5.176***	(0.2)
Akaike Inf. Crit.					318	

Nota: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Anexo 14: Costos de producción de la variedad nativa y comercial de quinua en el sistema agrícola individual

Detalles: Extensión 1 ha	Variedad comercial (Blanca de Juli)					Variedad nativa (Quinuas blancas)					
	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Sub Total	Total	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Sub Total	Total
A. Costos Directos											
1 Preparación de terreno					511	2412.5				360	1556.0
Quema de residuos	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Arado- Canteo	Maquinaria (x) /yunta	1.2	55	66			Maquinaria (x) /yunta	1	60	60	
	Jornales	2	40	80			Jornales	3	40	120	
Rastrado	Maquinaria (x) /yunta	2	55	110			Maquinaria (x) /yunta	1	60	60	
	Jornales	4.5	40	180			Jornales	1	40	40	
Surcado	Maquinaria/yunta (x)	1	35	35			Maquinaria/yunta (x)	0	0	0	
	Jornales	1	40	40			Jornales	2	40	80	
Limpieza de terreno	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Fertilización de suelo	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
2 Siembra					80					105	
Semilla (selección)	Jornales (compra)	0	0	0			Jornales (F)	1	35	35	
Siembra	Jornales	2	40	80			Jornales	2	35	70	
Tapado de semilla	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
3 Labores agrícolas					325					200	
Deshierbe	Jornales	8	40	320			Jornales	5	40	200	
Aporque	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Abonamiento	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Control de plagas	Jornales	0.125	40	5			Jornales	0	0	0	
4 Cosecha					1065					580	
Siega	Jornales (4x) /segadora (x)	1	600	600			Jornales (2x) / segadora (x)	1	340	340	
Recojo y emparvado	Jornales	4	40	160			Jornales	2	40	80	
Trillado y venteador	Jornales (2x) /Trilladora (x)	1	305	305			Jornales /Trilladora (x)	1	160	160	
5 Post cosecha					120					140	
Secado de semilla	Jornales	1	40	40			Jornales	1	40	40	
Selección de grano	Jornales	2	40	80			Jornales	2.5	40	100	
Almacenamiento	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
6 Insumos					311.5					171	

Semilla	Kilógramos	12	7.5	90	Kilógramos	13	5.5	71.5
Fertilizantes								
a. Urea	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
b. Fosfato Diamónico	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
c. Compo master	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
d. Cloruro de Potasio	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
e. Estiércol	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
Procesado								
f. Abono Foliar	Litros	0	0	0	Litros	0	0	0
g. Abono de corral	Sacos	0	0	0	Sacos	0	0	0
Agroquímicos								
a. Insecticidas	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
b. Fungicidas	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0
c. Herbicidas	Litros / Kilógramo	0	0	0	Litros / Kilógramo	0	0	0
Control de plagas naturales	Global	1	100	100	Global	0	0	0
Transporte de abono	Movilidad	0	0	0	Movilidad	0	0	0
Transporte de cosecha	Motocarga	1	50	50	Motocarga	1	40	40
Material de almacenado	Global	1	71.5	71.5	Global	1	59.5	59.5
B. Costos Indirectos				0				0.0
Alquiler de terreno (ha)	Propio	0	0	0	Propio	0	0	0
Imprevistos administrativos	10%	0	0	0	10%	0	0	0
Asistencia técnica (%)	5%	0	0	0	5%	0	0	0
Leyes sociales (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
Intereses bancarios por préstamos (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo total de producción				2412.5				1556.0

Anexo 15: Costos de producción de la variedad nativa y comercial de quinua en el sistema colectivo

Detalles: Extensión 1 ha	Variedad comercial (Blanca de Juli)					Variedad nativa (Quinuas blancas)					
	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Sub Total	Total	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Sub Total	Total
A. Costos Directos											
1 Preparación de terreno					605	2076				585	1754
Quema de residuos	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Arado- Canteo	Maquinaria (x) /yunta	3	50	150			Maquinaria (x) /yunta	1	60	60	
	Jornales	3	40	120			Jornales	6	35	210	
Rastrado	Maquinaria (x) /yunta	1	50	50			Maquinaria /yunta	0	0	0	
	Jornales	5	40	200			Jornales	4	35	140	
Surcado	Maquinaria (x) /yunta	1	50	50			Maquinaria/yunta	0	0	0	
	Jornales	0	0	0			Jornales	4	35	140	
Limpieza de terreno	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Fertilización de suelo	Jornales	1	35	35			Jornales	1	35	35	
2 Siembra					70					70	
Semilla	Jornales	0	0	0			Jornales	1	35	35	
Siembra	Jornales	2	35	70			Jornales	1	35	35	
Tapado de semilla	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
3 Labores agrícolas					160					166	
Deshierbe	Jornales	4	40	160			Jornales	4	40	160	
Aporque	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Abonamiento	Jornales	0	0	0			Jornales	0	0	0	
Control de plagas	Jornales	0	0	0			Jornales	0.15	40	6	
4 Cosecha					696					735	
Siega	Jornales (x) /Segadora (x)	1	220	220			Jornales (x) / Segadora	8	35	280	
	Jornales	3	40	120			Jornales	5	35	175	
Recojo y emparvado	Jornales (x) /Trilladora (x)	1	356	356			Jornales (x) /Trilladora	8	35	280	
5 Post cosecha					120					0	
Secado de semilla	Jornales	1	40	40			Jornales	0	0	0	
Selección de grano	Jornales	2	40	80			Jornales	0	0	0	

Almacenamiento	Jornales	0	0	0	Jornales	0	0	0	
6 Insumos				425				198	
Semilla	Kilógramos	11	8	88	Kilógramos	12	4.5	54	
Fertilizantes									
a. Urea	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
b. Fosfato Diamónico	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
c. Compo master	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
d. Cloruro de Potasio	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
e. Estiercol Procesado	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
f. Abono Foliar	Litros	0	0	0	Litros	0	0	0	
g. Abono de corral	Sacos	40	5	200	Sacos	10	5	50	
Agroquímicos									
a. Insecticidas	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
b. Fungicidas	Kilógramos	0	0	0	Kilógramos	0	0	0	
c. Herbicidas	Litros / Kilógramo	0	0	0	Litros / Kilógramo	0	0	0	
Control de plagas naturales	Global	1	0	0	Global	0	0	0	
Transporte de abono	Movilidad	1	50	50	Movilidad	1	30	30	
Transporte de cosecha	Motococarga	1	50	50	Motocarga	1	40	40	
Material de almacenado	Global	1	37	37	Global	1	24	24	
B. Costos Indirectos				0	0.0			0	0.0
Alquiler de terreno (ha)	ha	0	0	0	ha	0	0	0	
Imprevistos administrativos	10%	0	0	0	10%	0	0	0	
Asistencia técnica (%)	5%	0	0	0	5%	0	0	0	
Leyes sociales (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Intereses bancarios por préstamos (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costo total de producción				2076.0				1754.0	

Fuente: Elaborado sobre la base de la encuesta aplicada a productores de quinua en nueve provincias de Puno en junio 2021.

Anexo 16: Resumen de costos de producción total de quinua en el Departamento de Puno

Sistema	Variedades	Costo Total de producción	Mano de Obra*	Costos indirectos y materia prima
Individual	Nativa	S/1,556.0	S/845.0	S/711.0
	Comercial	S/2,412.5	S/1,220.0	S/1,192.5
Colectivo	Nativa	S/1,754.0	S/1,490.0	S/264.0
	Comercial	S/2,076.0	S/1,025.0	S/1,051.0

Nota: * Incluye mano de obra familiar y contratada, el pago es por jornal que tiene el rango de 35 a 45 soles según a la zona encuestada.