

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONOMA
PROYECTO TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA AGRÓNOMA

**Comportamiento agronómico, fisiológico y valor nutricional
de cinco cultivares de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)
bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas,
Amazonas.**

Autora: Griselida Rojas Campos

Asesor: Dr. Jorge Alberto Condori Apfata

Registro:.....

CHACHAPOYAS – PERÚ

2025

1. TÍTULO

Comportamiento agronómico, fisiológico y valor nutricional de cinco cultivares de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas

2. PROBLEMA

¿Cuál será el comportamiento agronómico, fisiológico y el valor nutricional de cinco cultivares de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas?

3. OBJETIVOS

3.1.- OBJETIVO GENERAL

- Determinar el comportamiento agronómico, fisiológico y valor nutricional de cinco cultivares de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas.

3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el comportamiento fenológico de cinco cultivares de coliflor bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas.
- Evaluar los parámetros agronómicos de cinco cultivares de coliflor bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas.
- Evaluar los parámetros fisiológicos de cinco cultivares de coliflor bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas.
- Evaluar el valor nutricional de cinco cultivares de coliflor bajo las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas.

4. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Las Brassicas como la coliflor y brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck), comparten genes en común, en cuanto a su domesticación del brócoli silvestre se cree se realizó hace miles de años en el Mediterráneo oriental, y se logra expandir hacia China, para que posterior a ello en una medida de 500 años, se comenzó a seleccionar las

variedades más comunes, que tengan una densa florescencia terminal blanca lo que origina a la coliflor y una inflorescencia verde menos compactada que viene a ser el brócoli (Ordás Pérez, 2001).

Otros autores también hacen referencia de su origen Mediterráneo o Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra, a las costas de Dinamarca, a Francia y España. Inclusive hay referencias históricas anteriores a la era cristiana, la coliflor en un estado nativo o salvaje se encuentra en la superficie de rocas a orilla del mar, en islas como Laaland-Dinamarca, Heligoland- Inglaterra e Irlanda, Canal, Charente interior. Además, Sibthorp afirmó hallar este vegetal en el monte Athos, pero esto no fue confirmado por ningún científico botánico actualmente (Mabry et al., 2021).

Pese a diversos datos recopilados de informes de viajeros que aseguran haber encontrado la coliflor en estado salvaje en regiones inusuales, no hay una fuente verídica que asegure esto, y es poco confiable ya que en algunas de estas regiones no presentan el entorno climático idóneo para su desarrollo, además, el periodo de invierno en el este de Europa y Siberia son severos para su desarrollo, en la actualidad las principales áreas productivas a nivel mundial son en Long Island, Nueva York, California y el estado de Oregón (Mittell et al., 2020).

Si bien hay diversas variedades de este vegetal, la más notable es la coliflor blanca, con una inflorescencia de pequeños ramilletes comestibles, con una distribución similar al brócoli, su domesticación se atribuye a diversas afirmaciones, como los egipcios, griegos y romanos. Si bien en un principio este cultivo se concentró en la península de Italia y según la comercialización con Roma, esta se distribuye por el Mediterráneo, ya en el siglo XVI se extiende a Francia, en 1586 aparece en Inglaterra, en el siglo XVII se difunde por toda Europa, a finales del siglo XVIII a España y durante el siglo XIX Europa lo extiende a todo el mundo por medio de la colonización (Maggioni et al., 2010).

En cuanto a su a la escala de la producción a nivel mundial alcanza aproximadamente 20 millones de toneladas anuales, la superficie cultivable es de 1.6 millones de hectáreas. En el 2020 alcanzo 20.97 millones de toneladas anuales, con un crecimiento del 3.7% al año anterior (FAO, 2020).

Asia encabeza la lista de producción mundial con un aproximado de 21.1 millones de toneladas en el 2022, en China se producen aproximadamente 9.6 millones de toneladas

(75 % de producción total mundial), la India produce 9.2 millones de toneladas, siguiendo con Estados Unidos con un aproximado de 0,93 millones de toneladas, España con alrededor de 737 mil toneladas y México con un estimado de 696 mil toneladas (Scienceagri, 2022) (World Population, 2025).

En cuanto la producción a nivel nacional de la coliflor en el Perú, es relativamente modesta comparada con los líderes de producción mundial, según INEI el país produce aproximadamente 18 282 s (INEI, 2024b).

En Perú, la producción de acuerdo con datos oficiales, ha sido irregular, por ejemplo, en 2019 se produjo 18 974 toneladas, en el 2020 se produjo 19 240 toneladas, en el 2021 se produjo 16 431 toneladas y en el 2022 se produjo 17 820 toneladas, además este cultivo está concentrado principalmente en la región costera central del país (INEI, 2024b).

En la producción a nivel regional encabezan la lista regiones como Arequipa que produjo 2623 toneladas en 2023, Junín produjo 1426 toneladas, Cusco produce un aproximado de 1 300 toneladas y Lima, que lidera en gran medida la producción con un estimado 9 367 toneladas en el 2023, aunque su siembra se da también en otras regiones del país aptas para su desarrollo, su producción es a menor escala, su comercialización se da en mercados menores o se usan para consumo propio(INEI, 2024b).

Mientras que la producción de coliflor nivel de la región Amazonas se encuentra en estado limitante, según el Instituto Nacional de Estadística e informática en el 2020 se produjo un aproximado de 71 toneladas, en el 2021 108 toneladas, en el 2022 se produjo 137 toneladas y en el 2023 se produjo 140 toneladas, lo que significa que este cultivar es menos sembrado en la zona, su consumo radica más en el área local o familiar y no se ve cambios próximos ante esta temática (INEI, 2024a).

Este cultivar es sembrado en varias partes del mundo ya sea por semilla botánica o mediante in-vitro, además, la hibridación de este cultivo es sumamente importante ante la adaptación a diversos climas y otros factores fundamentales para su desarrollo, y entre las variedades de mayor comercialización se clasifican las de ciclo corto de 65-85 días, la de medio de 85-135 días y largo de más de 135 días para su desarrollo. A nivel del globo terráqueo, destacan cultivares cortos como por ejemplo Snowball (cabeza blanca precoz), de media estación Yukon o Kashmir (Romero & Pérez, 2024).

En el país los híbridos predominantes son Syngenta y Sakata, que se adaptan a las condiciones locales con más facilidad, y de periodo medio, dichas variedades son ingresadas para generar una mayor calidad y rendimiento dependiendo a la temporada y altitud que influyen bastante.

El precio de la coliflor en el mercado internacional en el 2024 por kilogramos oscila en \$1.39/kg, en cuanto a EE.UU. el precio de exportación está entre \$0.72 y \$2.10 por kg.

En el Perú el precio de coliflor en el mercado mayorista interno en el 2025 oscila en la actualidad entre \$0.29–\$0.33 USD/kg (aproximadamente S/1.09–1.24 por kg), lo que equivale a unos 290–330 USD por tonelada. Mientras que en la región de Amazonas, en el mercado central de la provincia de Chachapoyas el precio oscila entre los S/12 el kilogramo, y los datos de otras provincias no están en la nube, ya que los mercados locales son pequeños, tienen a tener una producción relativamente menor al mercado nacional, una menor oferta y menor cultivo (Index Box, 2025).

La problemática agronómica que generalmente se genera son en el clima, ya que este cultivar requiere climas templados a fresco, presenta susceptibilidad a temperaturas altas o heladas, por ejemplo, temperaturas elevadas produce una abertura en la parte superior o cabeza de este vegetal, y las temperaturas bajas dañan a la circulación de fluidos en la planta, ralentiza su crecimiento y muchas veces la planta muere. Mientras que la otra problemática que bien a ser el sueño, ya que para que el cultivo de coliflor se desarrolle es necesario que el suelo esté drenado adecuadamente, con un pH neutro ligeramente ácido y sobre todo con una buena Calidad orgánica y de biomasa.

En cuanto a las Plagas éstas son causantes principales de degradar el follaje, tenemos ejemplos como las pulgillas, mosca blanca, pulgones, larvas de orugas, babosas, entre otras. Las Plagas que afectan a la raíz son mayormente larvas de mosca de raíz, taladros o nematodos, esto afecta enormemente a la calidad de la producción total del cultivo y genera enormes pérdidas al agricultor si no se tiene un manejo adecuado preventivamente o de control.

Y otra de las problemáticas más destructivas es las enfermedades en brócoli como la podredumbre gris en hojas, el mildiu, los hongos como *Rhizotocnia solani* y *Phoma lingam* que afectan a las raíces o cuello del tallo de esta planta, y en la región Amazonas, provincia de Chachapoyas la humedad es un agravante para su desarrollo además de la falta de rotación secuencial o un manejo de prevención adecuado (García, 2010).

En la región este cultivo no se implanta a gran escala debido a este cultivo es de alto costo, ya que requiere diversos insumos como pesticidas, fertilizantes o riego continuo,

etc., además de mano de obra lo que da un aumento en el costo por hectáreas. Otro factor es el cambio de los precios de manera espontánea, es decir se generan fluctuaciones no solo a nivel nacional, regional, local, sino que también internacionalmente, afectando la rentabilidad de este producto y por último, el factor más limitante es el consumo que tiende a tener, ya que es moderado no está tan incluido en la mesa del consumidor de manera regular (Flores et al., 2020).

5. HIPÓTESIS

Al menos existe un cultivar de coliflor que se adapta de manera favorable a las condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas, Amazonas.

6. METODOLOGÍA

6.1. Población, muestra y muestreo

6.1.1. Área de estudio.

La presente investigación se va a desarrollar en una parcela ubicada a espaldas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, el distrito de Chachapoyas, provincia de Chachapoyas, región Amazonas (Perú) a una altitud de 2428 m.s.n.m y con las siguientes coordenadas geográficas de 6°13'35" S y 77°52'27" O.



Ilustración 1: Ubicación del estudio, elaboración propia usando ArcGIS.

6.1.2. Población

La población de la investigación estará constituida por todas las plantas de coliflor de las distintas variedades que se van a cultivar bajo las condiciones climáticas de Chachapoyas.

6.1.3. Muestra

La muestra esta conformada por las plantas de cinco cultivares de coliflor seleccionados para la investigación. Se trabajará con un total de 20 unidades experimentales, resultado de 5 tratamientos por 4 repeticiones cultivadas en un área total de 394.45 m².

6.1.4. Muestreo

Se empleará un muestreo aleatorio sistemático dentro de cada unidad experimental. Para las evaluaciones se seleccionará de forma aleatoria 10 plantas de los surcos intermedios de cada unidad experimental, las cuales serán marcadas y monitoreadas.

6.2. Variables de estudio

6.2.1. Variable independiente

- Cinco cultivares de coliflor
- Condiciones edafoclimáticas de Chachapoyas

6.2.2. Variable dependiente

Variables morfológicas y fenológicas

- Número de hojas
- Altura de plantas
- Días al inicio de la floración
- Días a la cosecha

Variables agronómicas

- % de germinación
- % de prendimiento
- Diámetro de la pella
- Peso de la pella
- Rendimiento de pella

Variables fisiológicas

- Fotosíntesis neta
- Fluorescencia de la clorofila
- Contenido de clorofila a y b
- Contenido de carotenoides totales

Variables nutricionales de la pella

- Materia seca
- Contenido total de aminoácidos
- Contenido total de proteínas
- Contenido total de azúcares
- Contenido total de almidón
- Contenido total de compuestos fenólicos

6.3 Métodos

6.3.1. Semilla de coliflor

Las semillas serán obtenidas de distribuidores autorizados. A continuación, se muestran los nombres de los cultivares de coliflor que serán utilizados en el estudio.

Tabla1. Cultivares de coliflor que se utilizarán en la investigación

Cultivar	Tipo	Marca comercial
Cultivar 1	Polinización abierta	
Cultivar 2	Polinización abierta	
Cultivar 3	Híbrido	
Cultivar 4	Híbrido	
Cultivar 5	Híbrido	

6.3.2. Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la investigación, se empleará el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos, distribuidos en 4 bloques, con un total de 20 unidades experimentales. Los tratamientos se muestran en la Tabla 2 y la distribución de las unidades experimentales se muestran en la Figura 1.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Cultivar
T1	Cultivar 1

T2	Cultivar 2
T3	Cultivar 3
T4	Cultivar 4
T5	Cultivar 5

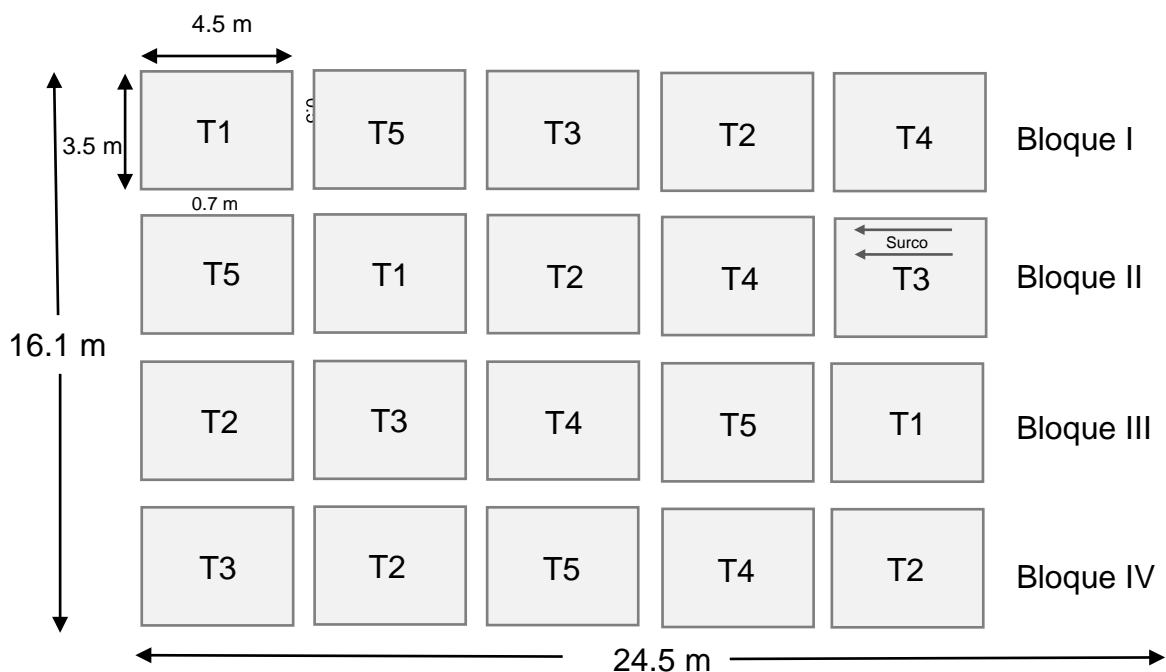


Figura 1: Croquis del campo experimental. Dimensiones de los bloques y unidades experimentales.

6.3.3. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

6.3.4. Diseño del campo experimental

Para la ejecución del trabajo experimental, se empleará un área de 394.45 m², divididas en 4 bloques, en cada bloque se distribuirán los 5 tratamientos, cada tratamiento estará distribuido en parcelas de 4.5 m x 3.5 m. En cada unidad experimental se instalarán 5 surcos de coliflor distanciados a 0.70 m entre surcos y entre plantas a 0.40 m, que corresponde a una densidad de 35 714 plantas/ha.

Tabla 3. Diseño del campo experimental.

Área experimental	
Largo del área experimental	24.5 m
Ancho del área experimental	16.1 m
Área total del área experimental	394.45 m ²
Unidad experimental (UE)	

Número de UE	20
Largo de la UE	4.5 m
Ancho de la UE	3.5 m
Área neta de la UE	15.75 m ²
Bloques	
Número	4
Largo	24.5 m
Ancho	3.5 m
Distancia entre bloques	0.7 m
Surcos	
Número de surcos por UE	5
Largo	4.5 m
Distanciamiento entre surcos	0.7 m
Calles	
Ancho de las calles entre cada UE	0.5 m
Ancho de las calles de cada bloque	0.7 m

6.3.5. Manejo agronómico

6.3.5.1. Análisis de suelo

Se realizará un análisis de suelo el cual es de suma importancia para poder conocer su pH, el porcentaje de materia orgánica y la cantidad de nitrógeno, potasio y fósforo que contiene donde se va a establecer el cultivo.

6.3.5.2. Preparación del terreno

Se realizará mediante el arado del suelo, desmenuzado de terrones y la nivelación del suelo y la preparación de los surcos para realizar el sembrado.

6.3.5.3. Siembra de almácigo

Se sembrará las semillas en unas 9 bandejas de germinación aproximadamente los cinco cultivares de coliflor.

6.3.5.4. Trasplante de plántulas

El trasplante se realizará una vez que las plántulas tengan un tamaño adecuado para que pueda soportar las condiciones de campo.

6.3.5.5. Fertilización

Se realizará una fertilización de base que es junto con la siembra y una complementaria, en función a un análisis de suelo previo y según el requerimiento del cultivo de coliflor.

6.3.5.6. Riego

Se aplicará un riego constante para facilitar la germinación y el establecimiento del cultivo.

6.3.5.7. Control de malezas

Se realizará el control de malezas de manera manual haciendo el uso de una lampa o en todo caso de un sable o machete.

6.3.5.8. Control fitosanitario

Al ser la coliflor susceptible a varias plagas se realizará un monitoreo constante para evitar que se vea afectada por ellas y colocar trampas o hacer uso de químicos para el control de las plagas.

6.3.5.9. Cosecha

La cosecha se realizará una vez que el cultivo alcance el tamaño adecuado y la madurez que indique que se encuentra apta para su cosecha.

6.3.6. Evaluación de variables

6.3.6.1. Evaluación de las variables morfológicas y fenológicas

a. Número de hojas

El número de hojas a evaluar se tomarán de las 10 plantas seleccionadas al azar y las cuales serán evaluadas.

b. Altura de plantas

La altura de las plantas será medida desde la base hasta el ápice de la planta, se realizará la medida de las 10 plantas seleccionadas del surco medio de cada unidad experimental.

c. Días al inicio de la floración

Se realizará la evaluación de los cultivares desde el inicio de la floración hasta la cosecha.

d. Días a la cosecha

Se evaluará los días transcurridos desde el trasplante de las plántulas al campo hasta el momento en que las pellas alcanzan el tamaño y capacidad comercial adecuada para la cosecha.

6.3.6.2. Evaluación de las variables agronómicas

a. % de germinación

Se evaluará en las bandejas de germinación la cantidad de semillas que germinaran después de la siembra.

b. % de prendimiento

Se evaluará en campo la cantidad de plántulas que sobrevivieron en cada unidad experimental y se comparará con el número total trasplantado.

c. Diámetro de la pella

Se medirá con una cinta métrica el diámetro transversal máximo de la pella, en el momento de la cosecha. Se tomarán mediciones en 10 plantas representativas por unidad experimental.

d. Peso de la pella

Se determinará el peso de cada pella cosechada usando una balanza electrónica. Se evaluarán 10 pellas por unidad experimental. El valor se expresará en gramos o kilogramos, según el rango obtenido, y se calculará el promedio por tratamiento.

e. Rendimiento de pella

El rendimiento se estimará aplicando el resultado que se obtendrá en una muestra pequeña a una escala mayor como una hectárea.

6.3.6.3. Evaluación de las variables fisiológicas

a. Fotosíntesis neta

xxx

b. Fluorescencia de la clorofila

xxxx

c. Contenido de clorofila a y b

xxxxx

d. Contenido de carotenoides totales

xxxx

6.3.6.4. Evaluación de las variables nutricionales de la pella

- a. Materia seca
xxx
- b. Contenido total de aminoácidos
xxx
- c. Contenido total de proteínas
xxx
- d. Contenido total de azúcares
xxx
- e. Contenido total de almidón
xxx
- f. Contenido total de compuestos fenólicos
Xxxx

6.3.6. Cronograma

Tabla 1: Periodo del tiempo en el que se realizará la investigación.

Etapas	Duración	Periodo	
		Inicio	Fin
Revisión y aprobación del proyecto.	20 días	19/05/2025	07/06/2025
Elaboración del informe.	1 mes	08/06/2025	08/07/2025
Revisión y corrección del informe.	1 mes	09/07/2025	09/08/2025
Establecimiento de la parcela, evaluación de variables y recolección de datos.	10 meses	14/06/2025	14/04/2026
Análisis de datos.	1 mes	15/04/2026	15/05/2026
Elaboración del informe final.	1 mes	16/05/2026	16/06/2026
Presentación y sustentación.			

Nota: Fechas de cada etapa de duración del proyecto, desde el inicio hasta la finalización del proyecto de investigación.

6.4. Análisis de datos

Los datos obtenidos correspondientes a las variables agronómicas, fisiológicas y nutricionales serán sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un software estadístico como R Studio, bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), se aplicará la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

FAO. (2020). *Crop diversification in Malaysia—Tunku Mahmud Bin Tunku Yahya*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://www.fao.org/4/x6906e/x6906e08.htm>

- Flores, H. E., Ojeda, G. R., Medina, G., & Ramirez, G. (2020). *Requerimientos agroecológicos de cultivos*.
- García, C. A. R. (2010). *Identificación de plagas y enfermedades en el cultivo de crucíferas Brócolo (Brassica oleraceae L.*
- Index Box. (2025). *Worldwide Cauliflower and Broccoli Market to See Steady Growth with +0.9% CAGR Expected from 2024 to 2035*. World - Cauliflower And Broccoli - Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights. <https://www.indexbox.io/blog/cauliflower-and-broccoli-world-market-overview-2024-1/>
- INEI. (2024a). *Compendio Estadístico Departamento de Amazonas 2024*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INEI. (2024b). *Tomo-2-peru-compendio-estadistico-2024*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Mabry, M. E., Turner-Hissong, S. D., Gallagher, E. Y., McAlvay, A. C., An, H., Edger, P. P., Moore, J. D., Pink, D. A. C., Teakle, G. R., Stevens, C. J., Barker, G., Labate, J., Fuller, D. Q., Allaby, R. G., Beissinger, T., Decker, J. E., Gore, M. A., & Pires, J. C. (2021). The Evolutionary History of Wild, Domesticated, and Feral Brassica oleracea (Brassicaceae). *Molecular Biology and Evolution*, 38(10), 4419-4434. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab183>
- Maggioni, L., Von Bothmer, R., Poulsen, G., & Branca, F. (2010). Origin and Domestication of Cole Crops (Brassica oleracea L.): Linguistic and Literary Considerations1. *Economic Botany*, 64(2), 109-123. <https://doi.org/10.1007/s12231-010-9115-2>
- Mittell, E. A., Cobbold, C. A., Ijaz, U. Z., Kilbride, E. A., Moore, K. A., & Mable, B. K. (2020). Feral populations of Brassica oleracea along Atlantic coasts in western Europe. *Ecology and Evolution*, 10(20), 11810-11825. <https://doi.org/10.1002/ece3.6821>
- Ordás Pérez, A. (2001). *Coliflor*. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. <https://digital.csic.es/handle/10261/166918>
- Romero, M., & Pérez, M. (2024). Optimizing Brassica oleracea L. Breeding Through Somatic Hybridization Using Cytoplasmic Male Sterility (CMS) Lines: From Protoplast Isolation to Plantlet Regeneration. *Plants*, 13(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/plants13223247>
- Scienceagri. (2022). 10 World's Largest Country Producers of Cauliflowers and Broccoli. *The Science Agriculture*. <https://www.scienceagri.com/2023/11/10-worlds-largest-producers-of.html>
- World Population. (2025). *Broccoli Production by Country 2025*. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/broccoli-production-by-country>

