

CULTIVOS DE HOJA, TALLO, PECÍOLO
E INFLORESCENCIAS



CULTIVOS GOURMET: BIMI

CULTIVOS GOURMET: BIMBI

Díaz, K. E., Rosini, M. B., Castagnino, A. M. y García Franco, A.

INTRODUCCIÓN

El bimi también conocido como brócoli bebé es una hortaliza híbrida entre el kailan o brócoli chino y el brócoli convencional, con propiedades superiores al brócoli, de sabor más suave, pudiéndose consumir íntegramente. Entre sus propiedades nutricionales, antioxidantes y anticancerígenas se destaca su contenido de moléculas nutritivas beneficiosas como glucosinolatos, carotenoides, flavonoides, vitamina C y tocoferoles. Este híbrido fue obtenido por la empresa japonesa Sakata Seed, *Brassica oleracea* L. var *albogabra* Bailey (Martínez-Hernández *et al.*, 2014) en Yokohama, en 1993, el cual se ha difundido como un cultivo hortícola alternativo.

Debido a su creciente popularidad, su consumo está en aumento en países desarrollados en los que se valora la mejora en la calidad, por lo que muchos productores se han interesado en incorporarlo como alternativa de diversificación productiva. Este híbrido se caracteriza por presentar tallos largos y tiernos, floretes pequeños y un sabor dulce y más suave que el brócoli. Se trata de una especie en la cual resulta conveniente su cocción al vapor y a la plancha, a fin de preservar los compuestos fenólicos y actividad antioxidante (50%), respecto de su preparación convencional (70%) (Ruíz Riaguas, 2021).

Este vegetal se puede llamar de diferentes formas comercialmente (Bimi®, Tenderstem®, Vellaverde®, Broccolini®, asparation, inspiration, broccoletti o broccollette). Dentro de todas estas denominaciones el nombre más usado comúnmente es el de bimi (Ruíz Riaguas, 2021), por lo que de aquí en adelante este será el nombre a utilizar. Se lo conoce como Tenderstem en Reino Unido y Brocolini en América, también llamado superbrócoli.

La palabra bimi significa delicioso en japonés. Anteriormente a esta nueva especie ya existían cultivares de brócolis que solo formaban brotes laterales y que se conocían vulgarmente como brócolis de rebrote. Diversas compañías han desarrollado diferentes variedades del híbrido, registrándolo con diferentes nombres como

Asparation (Sakata Seed America), Bellaverde (Seminis Vegetables Seed), Broccolini (Mann Packaging Company), Tenderstem (Mark and Spencer Plc.) (WSU).

Los principales países productores son España e Inglaterra y a nivel nacional, se han efectuado algunas investigaciones, pero su producción no está muy difundida. España se encuentra entre los principales productores europeos de bimi con una superficie cultivada (concentrada principalmente en la zona sureste) de 150 has, de las cuales 130 has son destinadas a la exportación, destacándose por su consumo en los siguientes países europeos: Bélgica, Reino Unido, Francia, Alemania, los Países Bajos y los países escandinavos (Formica de Oliveira, 2017).

Formica de Olivera (2017) sostiene que el cultivo se ha extendido a otros países en el norte de Europa, Brasil o Australia, entre otros. Actualmente el bimi es altamente consumido en países del norte Europeo, Estados Unidos, Brasil y Australia (Vázquez González *et al.*, 2020), por consumidores que buscan una relación más estrecha entre su dieta y salud, y mayor información sobre los alimentos que consumen, fundamentalmente en aquellos considerados alimentos funcionales o super alimentos como en este caso valorados por sus compuestos bioactivos.

Se lo consume procesado o en fresco, como parte de una dieta diaria aportando nutrientes y sustancias funcionales capaces de producir efectos metabólicos o fisiológicos útiles para el mantenimiento de una buena salud física y mental. Además, su consumo contribuye a disminuir el riesgo de adquirir enfermedades crónicas o degenerativas (Vázquez González *et al.*, 2020).

También se ha demostrado que por su alto contenido en fibra y ácido linoléico constituye un elemento esencial en las dietas. Es una hortaliza con demostrada funcionalidad, considerada actualmente como un super alimento, al igual que otras especies de la familia como el kale y el brócoli, entre otras, cuyo consumo puede contribuir a la nutrición óptima, concepto que implica valorar el consumo de hortalizas por su potencial de

optimizar la salud, mejorar el bienestar y reducir el riesgo de desarrollo de enfermedades.

Esta super hortaliza contiene vitamina B, C, Ácido fólico, hierro, fibras, etc. Presenta, además compuestos bioactivos de carácter anticancerígenos y antiinflamatorios que han demostrado que son mejor absorbidos que otras especies de la misma familia. En estudios recientes, se evaluó el contenido de proteínas, fibra dietética y minerales del bimi en comparación con el brócoli convencional, y se pudo comprobar que los floretes del bimi registraron 2,2 veces mayor contenido de proteínas totales que los del brócoli, así como mayores niveles de azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu) (Martínez-Hernández *et al.*, 2014), entre otros nutrientes. Es una hortaliza que contiene más zinc, ácido fólico, antioxidantes y vitamina C que el brócoli, col rizada y espinaca.

Además, según investigaciones realizadas por la Universidad Politécnica de Cartagena, sus propiedades anticancerígenas, antioxidantes y antiinflamatorias son mayores al ser mejor absorbidos sus nutrientes. Su alto contenido en fibra y escaso aporte energético convierten al bimi en un gran aliado para sumar nutrientes de calidad, sin incrementar las calorías. Además, es muy saciante, por ello resulta conveniente su consumo en dietas. Su contenido en vitaminas C y prebióticos refuerzan el sistema de defensas del organismo, y por sus propiedades antibacterianas pueden resultar de ayuda para prevenir infecciones.

Si todas las especies del mismo género poseen altos porcentajes de agua, el híbrido bimi tiene uno mayor (94 g/100 g de producto comestible). Además, dentro de las Brassicaceas, el bimi posee el menor valor de pH, 4,98 por contener una mayor concentración de ácido cítrico (Molina Coppiano, 2019). Aporta micronutrientes que pueden proporcionar beneficios adicionales para la salud, como sulforafanos que previenen la activación y expansión de células cancerígenas.

Además, son reconocidos por ser ricos en antiinflamatorios y sustancias antioxidantes, como los carotenoides, y vitaminas C y E. Los antioxidantes son sustancias que puede proteger nuestro cuerpo del estrés oxidativo y daño potencial. El consumo de bimi podría reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y puede ayudar a regular el azúcar en sangre (Ankit Kumar

Sinha *et al.*, 2022). Se distingue por su sabor dulce y textura tierna. Se puede consumir íntegramente del tallo al florete (entre 15 y 22 cm) (Lozano, 2014), por lo que no genera desperdicios alimentarios. Su consumo brinda un aporte calórico de tan solo 35 Kcal por 100g.

TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

El nuevo brócoli Bimi (*Brassica oleracea Italica* × *alboglabra*) es un híbrido natural entre brócoli (*B. oleracea* var. *italica*) y la col china rizada Kailan (*B. oleracea* var. *alboglabra*). El género *Brassica* pertenece al orden Brassicales y a la familia Brassicaceae. Dicho género comprende 37 especies diferentes de alto valor económico. Seis de estas se cultivaban e incluyen tres progenitores diploides (*B. rapa* AA n=10, *B. oleracea* CC n=9 y *B. nigra* BB n=8) y tres anfiploides (*B. juncea* AABB n=18, *B. napus* AACC n=19 y *B. carinata* BBCC n=17) (Vázquez González *et al.*, 2020). Esta hortaliza es un vegetal verde similar al brócoli, compuesta de tallos tiernos, largos y delgados (parecidos a los espárragos) y un pequeño florete. Por su morfología característica es ideal para procesado mínimo en fresco, y también puede ser consumido en crudo como cocido en su totalidad (tallo y florete) a diferencia del brócoli (Figura 1).



Figura 1. Inflorescencia del Bimi. Fuente: Cajamar (2024).

Esta especie presenta una gran diversidad morfológica respecto a hojas, flores y tallos, como así también existe una gran diversidad en las formas de cultivo factibles de ser utilizadas en esta hortaliza. A continuación, se detalla la morfología de las distintas partes de la planta:

El bimi presenta un sistema radical muy exuberante compuesto de una raíz principal pivotante que puede llegar a penetrar hasta 60 cm de profundidad y abundantes raíces secundarias. El tallo es herbáceo y cilíndrico, relativamente grueso (3 a 6 cm diámetro), de 20 a 50 cm de

alto, sobre el cual se disponen las hojas en forma helicoidal, con entrenudos cortos. Las hojas son grandes de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, variables en número (15 a 30) según el cultivar. Presentan el pecíolo más desarrollado que el repollo, alcanzando un tercio de la longitud total de la hoja. La lámina es entera, de borde fuertemente ondulado y presenta un tono verde grisáceo. En la base de la hoja puede dejar a ambos lados del pecíolo pequeños fragmentos de lámina a modo de folíolos.

Las flores son de color amarillo, compuestas de cuatro pétalos en forma de cruz de donde proviene el nombre de la familia a la que pertenece. Con respecto a las inflorescencias, existe una primaria conformada por flores dispuestas en un corimbo, las cuales son de color verde claro a púrpura, según el cultivar (Figura 2). El fruto es una silicua (pequeña vaina) de color verde oscuro ceniza que mide en promedio de 3-4 cm y contiene semillas (6-8), las cuales son redondas, de color rosado de 2-3 mm de diámetro.

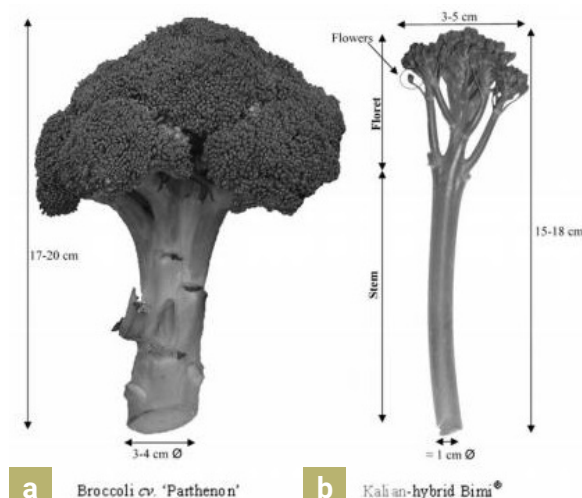


Figura 2. Comparación de inflorescencia de: **a.** Brócoli convencional. **b.** Bimi. Fuente: Martínez-Hernández *et al.*, (2014).

TIPOS DE BIMI CULTIVADOS EN ARGENTINA

Se trata de un cultivo innovador, cultivado en diversos países con fines comerciales, no existiendo aún registros estadísticos de producción en Argentina. Si bien la empresa Sakata que produce sus semillas se encuentra en el país. En la Unión Europea, España (específicamente en la zona de Murcia) es líder en producción y exportación. Allí se producen más de 900 has, cuya producción, en su mayor parte es destinada a

la a Reino Unido, Holanda, Italia y Portugal (Sakata Ibérica, 2023).

CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS ÓPTIMAS PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO

Requerimientos climáticos

El rango óptimo de temperaturas es similar a las del brócoli 17-27 °C, tolerando hasta 38 °C. Durante la etapa vegetativa la temperatura óptima está en el rango de 20-25 °C; mientras que durante la formación de las cabezas prefiere de 12-18 °C para que la estructura sea compacta. Durante la fase vegetativa y en función del estado de desarrollo en que se encuentre la planta, puede tolerar bajas temperaturas y heladas (hasta -2 °C a -3 °C) causando marchitamiento temporario de las hojas y recuperando la turgencia al incrementarse la temperatura. Por otro lado, se trata de una planta de fotoperíodo neutro, por lo que la luminosidad no representaría un factor limitante para el normal desarrollo del cultivo, ya que la inducción y la diferenciación floral de las cabezas ocurre independientemente de la duración del día (Maroto Borrego & Soria, 2017).

Requerimientos edáficos

Para la producción del bimi los mejores suelos, al igual que en brócoli, son los de textura franca, profundos, sin impedimentos en el perfil, con buen drenaje y retención de humedad, ricos en materia orgánica (> 3%) y pH entre 5,7 y 6,8, entre otros. Es conveniente no repetir su producción durante cuatro a cinco años en el mismo lote.

MODALIDADES PRODUCTIVAS

Preparación del lote productivo

Elección del terreno: este cultivo se adapta mejor a los suelos con buen drenaje, aunque puede desarrollarse en un amplio rango de texturas. Es ligeramente tolerante a suelos ácidos (6 a 6,8 de pH) y moderadamente tolerante a sales (2,8 dS/m) (Zamora, 2016).

Preparación del suelo: para el conjunto de Brásicas, en general debe consistir en una nivelación del suelo, si el riego va a ser gravitacional o superficial por surcos, dejando una pendiente del 4 al 5‰. Seguidamente deberá efectuarse una labor

profunda (puede ser con cincel) para favorecer el drenaje sobre todo en suelos pesados. En tercer lugar, podrá incorporarse la materia orgánica y realizarse una labor de remoción superficial.

Desinfección del suelo: las alternativas para tal fin en bimi pueden clasificarse en: a) químicas mediante el empleo de productos fumigantes de amplio espectro que ofrecen una solución rápida y eficiente como el metam sodio, b) físicas como la solarización que utiliza la energía solar para elevar la temperatura del suelo o del sustrato y desinfectarlo, otra opción en este grupo es el vapor de agua, que utiliza un flujo de vapor que pasa a través del suelo o del sustrato, aumentando la temperatura para desinfectarlo, c) físico-biológicas como la biofumigación que combina la solarización y la descomposición de la materia orgánica incorporada al suelo y d) biológicas como el empleo de microorganismos como *Trichoderma* y *Azospirillum* aplicados al suelo para combatir patógenos (García Inza et al., 2023).

Abonado y fertilización de base: el suelo para el cultivo de bimi debe ser preparado profundamente hasta los 35-40 cm, resultando conveniente el abonado como complemento de la fertilización química a realizar, previo a un análisis de suelo.

Sistematización: resulta conveniente para este cultivo la sistematización en camellones, los cuales pueden realizarse mecánicamente mediante camellonadoras o manualmente. El ancho de los mismos puede ser de 80 cm de centro a centro de camellón, cultivando dos filas distanciadas a 30-40 cm en cada uno.

Forma de iniciar el cultivo y planteo productivo para las principales regiones del país donde se realiza Bimi

Principales zonas productivas: este cultivo podría realizarse en las regiones hortícolas del centro del país como la siete (Buenos Aires y Santa Fe), la cinco (Córdoba, San Luis y Santiago del Estero) y seis (Mendoza y San Juan). Además, se lo puede cultivar en invernadero como primicia, en las diferentes provincias, dado que el ciclo aproximado de producción es de un mínimo de 60 días (Sobrinó, 2016).

Selección de híbridos para las diferentes zonas productivas del país: en bimi, como en las restantes Brásicas, resulta fundamental la elección

adecuada del cultivar considerando la amplia oferta de materiales híbridos existentes en el mercado, para algunas especies correspondiente a dicho género. La correcta elección de los cultivares logrará diseñar calendarios de producción que permitirán cosechas escalonadas considerando la localización, fechas de siembra y cultivar elegido, con el objeto de obtener el producto de máxima calidad (Maroto Borrego & Soria, 2017).

Forma de iniciación del cultivo: se cultiva de manera similar al brócoli convencional, teniendo sus mismas exigencias agronómicas, lo que lo convierte en una excelente e interesante alternativa de diversificación hortícola, diferenciándose en la densidad del cultivo que puede ser de hasta el doble de plantas por ha. Es un cultivo anual que para el inicio en las zonas templadas se destacan los meses de febrero y marzo, mientras que la cosecha se realiza en otoño, como así también puede sembrárselo en primavera, para cosechar a comienzos de verano, ya que las temperaturas extremas pueden dañar la inflorescencia. El sistema de inicio sugerido, debido principalmente al costo de las semillas, es el almácigo y trasplante, utilizando para la plantación plantines de 12 a 15 cm de altura y cuatro a cinco hojas, con la raíz bien desarrollada y sin espiralar (sin restricción radical). No obstante, también se puede realizar por siembra directa.

Para la obtención de los plantines, el almácigo, debe realizarse en instalaciones especializadas mediante la siembra (manual o automática) en bandejas de poliestireno expandido o de plástico con aproximadamente 200-250 alvéolos por cada una, con sustrato a base de mezcla de turba (70%) y perlita (30%). Dichas bandejas deben ser colocadas en cámaras durante dos días, aproximadamente a 18-22 °C para pregerminar las semillas, y seguidamente se pasan a invernaderos de plástico o de malla, según las temperaturas de esos momentos, hasta que alcancen el óptimo desarrollo para su trasplante.

La utilización de calefacción de apoyo suele resultar interesante para acelerar la fase de semillero, en determinados momentos (Maroto Borrego & Soria, 2017). El ciclo de producción de los plantines normalmente es de 30 días. Previo al trasplante al lote definitivo, se deben armar los camellones y se extenderán las cintas de riego sobre los lomos y posteriormente se trasplantarán los plantines. Inmediatamente después se

efectuará un riego localizado (Maroto Borrego & Soria, 2017).

En bimi lo normal es utilizar densidades de plantación que oscilan entre 6-8 plantas/m², si bien, al igual que en coliflor en ciclos productivos de primavera las densidades suelen incrementarse. El marco de plantación sugerido es de 30-40 cm entre plantas y suele cultivarse en líneas dobles sobre camellones separados entre 70-80 cm (Maroto Borrego & Soria, 2017). Es importante tener en cuenta que en todas las especies de la familia de las coles existe interacción entre el marco de plantación, la variedad y el ciclo del cultivo afectando a los distintos parámetros productivos.

De forma general, puede decirse que para una misma variedad y ciclo de cultivo, el peso de la inflorescencia es mayor cuanto más amplio es el marco de plantación. Por otra parte, la disposición de las plantas va a depender también del tipo de riego que se vaya a emplear. En riego por surco normalmente las plantas se suelen disponer en líneas simples, mientras que con riego localizado lo normal es trasplantarlas en líneas dobles (Maroto Borrego & Soria, 2017). Respecto del rendimiento, el factor más importante es la densidad, la que influye sobre el tamaño del florete a madurez.

Planteos productivos: Época de trasplante, marco de plantación y cosecha: al igual que otras Brásicas, admite como complemento de las producciones a campo de primavera y otoño, el empleo de invernaderos y/o túneles para la producción de primicias o tardicias. El ciclo productivo puede dividirse en diferentes etapas: a) de crecimiento, donde la planta desarrolla solamente hojas, b) de inducción floral, la que se logra luego de haber pasado un número determinado de días con temperaturas adecuadas, c) de formación de cabezas, d) las de floración y e) fructificación en el caso de no ser cosechadas a tiempo. En cuanto a los puntos de época de trasplante y marco de plantación ya fueron desarrollados oportunamente.

En lo que respecta a la cosecha se inicia cuando los floretes están correctamente desarrollados y compactos antes de la floración con una longitud de tallo mayor a 10 cm. La misma debe efectuarse en las horas más frescas de la mañana para evitar la deshidratación. A fin de poder optimizar la productividad del cultivo, la cosecha debe

efectuarse de forma escalonada y selectiva, cosechando manualmente mediante cuchillos filosos. El tiempo hasta la cosecha oscila entre 40 a 60 días después del trasplante, para las variedades precoces y 70 a 100 días para las más tardías.

El período de cosecha normalmente se extiende a cuatro semanas, dado el crecimiento de nuevos brotes de cabezas más pequeñas. Se pueden realizar entre cinco y ocho pasadas con las que se puede llegar a obtener hasta 1 t/ha/ cosecha (Maroto Borrego & Soria, 2017). Estudios realizados en Argentina, han demostrado que realizando siete cortes escalonados durante 35 días se puede lograr un rendimiento total de aproximadamente 5 t/ha.

Las inflorescencias deben recolectarse en su momento óptimo, evitando la cosecha anticipada, lo que implicaría un menor peso de las mismas y, por lo tanto, menor rendimiento. En cambio, la recolección del florete en avanzada madurez puede tener las flores abiertas y por consiguiente una menor vida útil del producto cosechado durante la poscosecha. La recolección se realiza normalmente de forma manual, existiendo la posibilidad en el caso de grandes extensiones, de utilizar agilizadores, en los cuales los operarios van sentados avanzando sobre las hileras del cultivo y recolectando de manera selectiva las inflorescencias.

La cosecha manual, es similar a la del brócoli pudiendo llegar a representar un 35-40% del costo de producción (Maroto Borrego & Soria, 2017). En el caso de la cosecha agilizada, dicho valor puede reducirse a un tercio. Para prolongar la vida útil en poscosecha resulta conveniente minimizar la manipulación, realizando un envasado primario cuidadoso a campo y, posterior envasado y embalaje en packing. Es importante tener presente que los floretes tienen una alta tasa de respiración, por lo cual deben ser mantenidos bajo condiciones de alta humedad y baja temperatura, para mantener su vida útil.

En cuanto al envasado y embalaje, los mismos pueden ser acondicionados en bandejas de 300 g aproximadamente, las cuales deben ser embaladas para su posterior comercialización en cajas o cajones de aproximadamente 20 unidades. Su vida útil poscosecha es de cinco días a 10 °C y de dos semanas a 5 °C, mientras que a 0 °C se puede prolongar hasta 21-28 días.

Además de la mencionada presentación para comercialización en fresco (de I Gama) admite otras maneras y tratamientos para su comercialización, como por ejemplo agroindustrializado en conservas y cremas, de II Gama y surgelado (congelado), de III Gama, o en mezcla con otras hortalizas en IV Gama o bien en la denominada V Gama de alimentos que se trata de los productos pasteurizados esterilizados o pre cocidos para inhibir la actividad microbiana y enzimática, sin el empleo de conservantes (Figura 3).



Figura 3. Presentación del Bimi en atados para su comercialización. Fuente: Copas nacionales (2024).

Estos alimentos se envasan en atmósfera modificada o al vacío con previo acondicionamiento, y quedan listos para su consumo comercializándose bajo refrigeración o a temperatura ambiente (menos frecuente), con una vida útil de dos a tres meses aproximadamente. Otros autores, sugieren el empleo de la iluminación UV-C baja a moderada a fin de retrasar el crecimiento de la microflora natural del bimi recién cortado, contribuyendo a conservar la calidad sensorial hasta por 19 días, a 5 °C y 13 días a 10 °C.

Existen experiencias de aprovechamiento de las hojas de bimi para la elaboración de salsas, que pueden ser almacenadas hasta 20 días, a 5 °C (Castillejo *et al.*, 2021). Lo mejor del bimi es su versatilidad a la hora de ser consumido, ya que también se puede consumir en ensaladas, solo como protagonista del plato o acompañando carnes y pescados. Además, se puede cocinar al horno, en sopas o preparaciones como guisos, salsas, frito o salteado. El consumo frecuente de bimi (con una frecuencia de día por medio) contribuye al aumento de bacterias beneficiosas, lo que sugiere que Bimi® es capaz de modular la microbiota intestinal hacia un estado más saludable, con un gran potencial en el manejo de

trastornos humanos relacionados con la disbiosis de la microbiota, según estudios realizados en España (Rosés *et al.*, 2023).

LABORES CULTURALES

Riego: se trata de un cultivo de crecimiento rápido, por lo que se sugiere una frecuencia cada tres días, brindando especial atención al sistema de riego, siendo el mejor el realizado por goteo. Con respecto a la frecuencia va a depender del tipo de sistema utilizado. El brócoli debido a sus necesidades de humedad constante necesita de un riego regular evitando siempre el encharcamiento del suelo. Cuando se han formado las flores se recomienda no regar por encima de ellas para evitar las clásicas podredumbres o la aparición de hongos. Por ello lo mejor es el riego por goteo y no por aspersión. En la fase de inducción floral y formación de pella conviene que el suelo se encuentre sin excesiva humedad, pero sí en capacidad de campo.

Fertilización: con respecto a la nutrición del cultivo siempre es recomendable realizar un análisis de suelo, pudiéndose efectuar una fertilización de fondo previa a la plantación con fosfato di amónico y otras con fertilizantes nitrogenados a lo largo del ciclo del cultivo. La cantidad de nutrientes que absorbe el cultivo dependerá de la biomasa producida en los distintos órganos de la planta (inflorescencia, hojas, tallo y raíz). De ahí que en las Brásicas estas extracciones de nutrientes varían considerablemente según la especie, variedad, época de plantación, sistema de riego, etc. (Maroto Borrego & Soria, 2017).

Respecto del nivel de extracción, tomando como referencia al brócoli, y dado que no existen referencias específicas para bimi, para una producción comercial de 17 t/ha se estima una absorción de:

N entre 12-18 kg/t de producto y de 200-310 kg/ha, generando una cantidad de N en residuos de cosecha de 150-230 kg/ha. En cuanto a P_2O_5 4,7-5,9 kg/t de producción comercial, equivalente a 80-100 kg/ha, generando entre 50-70 kg/ha de P_2O_5 en residuos de cosecha. Finalmente, en lo que respecta a K_2O 22-27 kg/t de producción comercial, 370-450 kg/ha, generando residuo de 250-290 kg/ha. Por todo ello las necesidades aproximadas de N, P_2O_5 y K_2O para una producción entre 15 y 20 t/ha serían de 280-320 kg/ha, 80-100 kg/ha y 370-450 kg/ha, siguiendo el mismo orden.

Manejo sanitario: el bimi al igual que otras Brásicas puede resultar afectado por diferentes adversidades como plagas animales, enfermedades parasitarias y no parasitarias o fisiogénicas, las cuales se detallarán a continuación. También este cultivo es afectado por malezas, las cuales deben ser controladas mediante una combinación de labores manuales, mecánicas y químicas, siendo un factor determinante de la producción, ya que las mismas pueden ejercer una elevada competencia.

Las principales plagas animales (ácaros, insectos y nematodos fitófagos) que pueden afectar al cultivo de bimi se desarrollarán seguidamente en base a los estudios de Maroto Borrego & Soria (2017), Paredes-Sánchez *et al.*, (2021).

***Agrotis ipsilon* (Hufnagel) (Lepidoptera: Noctuidae), Gusano trozador:** la misma ataca a las plántulas recién trasplantadas causando daños considerables en vivero. El ataque lo realizan las larvas en las raíces, tallos y tejidos jóvenes, causando la muerte de las plántulas (Figura 4). Para su manejo se recomienda eliminar las malezas y los restos de cosechas anteriores para que no actúen como reservorio de la plaga.



Figura 4. *Agrotis ipsilon*. Fuente: Plagas México (2023).

***Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), Oruga:** las larvas causan defoliación al consumir las hojas. Pueden alimentarse de la hoja de arriba hacia abajo. Si la oruga destruye la yema apical de crecimiento la planta queda ciega y no se desarrollará (Figura 5). Se recomienda para su manejo la colocación de trampas de feromona, las cuales sirven para capturar adultos y para determinar el momento exacto del inicio de intervención. También se recomienda eliminar las malezas que sirven de refugio y por otro lado, existe una gran cantidad de materias activas que se pueden emplear para combatir a esta plaga.



Figura 5. Larva de *Spodoptera frugiperda* (Smith). Fuente: Martinoia *et al.*, (2022).

***Aleyrodes protelella* (Linnaeus) (Hemiptera: Aleyrodidae), Mosca blanca de la col o de las crucíferas:** la misma afecta a la planta en forma directa por debilitarla al succionar la savia e indirectamente por la secreción de melaza que genera al alimentarse, la cual posibilita la aparición asociada de fumagina que disminuye el área fotosintéticamente activa (Figura 6).



Figura 6. Adulto de *Aleyrodes protelella*. Fuente: Agrológica (2024).

Es aconsejable para su manejo eliminar malezas y restos de cultivo tras la cosecha que son importantes focos de reinfestaciones, colocar trampas pegajosas amarillas para la captura de adultos, rotar cultivos para romper el ciclo del insecto. También existe un posible umbral (más del 50% de hojas afectadas) que habilita a intervenir químicamente.

***Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae), Pulgón ceroso de las crucíferas:** el mismo realiza picaduras en las hojas y extrae savia, debilitando y disminuyendo el vigor de la planta, quedando recubierta de cera. Las hojas se abarquillan, pierden color y se secan (Figura 7). Este pulgón es transmisor de virus.



Figura 7. Adultos de *Brevicoryne brassicae*. Fuente: Agrológica (2023).

Para su manejo se recomienda eliminar los restos de cultivos previos, monitorear la parcela y complementariamente colocar trampas cromáticas amarillas para detectar al insecto cuanto antes, y así poder tratar por focos antes de que el ataque se extienda. Se controla químicamente con piretroides.

***Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae), Gusano alambre:** el mismo ataca el cuello de las plantas recién trasplantadas pudiendo ocasionar su muerte (Figura 8). Pasan el invierno como larvas enterradas en el suelo. Se alimentan por la noche y se entierran a unos 2 cm durante el día.

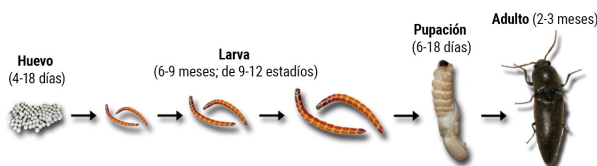


Figura 8. Ciclo de vida de *Agriotes* sp. Fuente: DGSV-CNRF (2020).

***Phyllotreta nemorum* (Linnaeus) (Coleoptera: Chrysomelidae), Escarabajo pulga de rayas amarillas:** roe las hojas de las plantas jóvenes, reduciendo la superficie foliar si las poblaciones son altas (Figura 9). Para su manejo es recomendable eliminar las malezas y los restos del cultivo tras la cosecha para disminuir la fuente de nuevos ataques en cultivos posteriores.



Figura 9. Adultos de *Phyllotreta nemorum*. Fuente: Coleoptera (2023).

En cuanto a las principales enfermedades parasitarias (hongos, bacterias y virus) del cultivo de bimi se describen a continuación en función de los trabajos de & Maroto Borrego & Soria (2017),

DGSV-CNRF (2020), Herbario Fitopatología UBA, (2023). SINAVIMO (2023).

***Peronospora parasitica*, Mildiu:** este hongo produce decoloraciones amarillentas en el haz foliar que se corresponden con la aparición en el envés de un micelio grisáceo. Posteriormente produce una desecación de las hojas (Figura 10). Los períodos lluviosos constituyen condiciones predisponentes para que este patógeno aparezca en el lote. Es aconsejable para su manejo tratamientos preventivos, eliminar las partes infectadas y la aplicación de fungicidas.



Figura 10. *Peronospora parasitica* en Bimi. Fuente: Virginia Tech Learning Resources Center (2023).

***Alternaria brassicae*, Black spot o Mancha foliar:** la enfermedad inicia con la presencia de puntos café oscuros especialmente en las hojas más viejas, posteriormente los puntos crecen para originar una mancha gris con anillos concéntricos y los bordes de color púrpura o negros. La lesión se rodea de un halo clorótico con humedad se hacen visibles en la superficie un grupo de conidios oscuros (Figura 11).



Figura 11. Daño en hojas por *Alternaria brassicae*. Fuente: Fertilab (2018).

El desarrollo de las estructuras de infección del hongo y de los síntomas de la enfermedad dependen principalmente de la temperatura de incubación y humedad del ambiente. La temperatura óptima para el desarrollo del hongo del género *Alternaria* es de 18-30 °C. Las infestaciones masivas ocurren a temperaturas de 20-27 °C y una constante humedad relativa mayor de 95% por al menos 12-20 horas.

Para su manejo efectuar una rotación de cultivos cada dos a tres años, eliminar malezas, ya que pueden ser hospederos de estos hongos, favorecer el secado de la hoja para ayudar a crear un ambiente menos adecuado para el establecimiento de la enfermedad. Las prácticas incluyen la elección de los sitios con buena circulación de aire, el drenaje del suelo, la orientación de las filas a favor de los vientos dominantes, el uso de riego por goteo y utilización de una densidad adecuada. También es recomendable incorporar al suelo los residuos del cultivo inmediatamente después de la cosecha para reducir al mínimo la cantidad de esporas de hongos que puedan alcanzar a las plantas sanas. El uso de paja puede ayudar a minimizar esta enfermedad.

***Micosphaerella brassicicola*, Mancha angular:** este patógeno forma manchas circulares que pueden alcanzar los 2 cm de diámetro, de color oscuro y aspecto acorchado. Una vez desarrolladas se convierten en lesiones necrosadas y grisáceas, las cuales presentan anillos concéntricos circundados por un halo amarillento y pequeños cuerpos negros correspondientes a las fructificaciones del agente causal (Figura 12). Las condiciones para el desarrollo de la enfermedad están dadas por el clima fresco (15-21 °C) y húmedo, como así también, la presencia de residuos infectados que sirven como fuente primaria de inóculo. Las esporas del hongo (ascosporas) se propagan por el viento, y la infección se produce a través de los estomas (Bayer, 2023). Su manejo es igual al patógeno anterior.

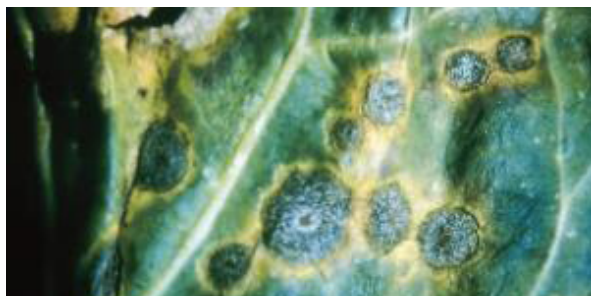


Figura 12. Daño de *Micosphaerella brassicicola* en hojas. Fuente: Bayer (2023).

***Plasmodiophora brassicae*, Hernia de las coles:** produce tumefacciones en las raíces como consecuencia de que la parte aérea no desarrolla correctamente y las hojas se marchitan en los momentos de menor humedad ambiental (Figura 13). El viento y el empleo de maquinaria contaminada con inóculo del patógeno incrementan el riesgo de dispersión de lotes infestados a otros sanos.



Figura 13. Daño de *Plasmodiophora brassicae*. Fuente: Agrobases (2023).

Se recomienda para su manejo evitar que la enfermedad ingrese a los sitios donde no existe, por ende, partir de semillas o plántulas libres de esta para ser ubicadas en suelos con buen drenaje. No se debe regar la siembra con agua que atraviesa campos contaminados y además se debe considerar la condición de asepsia (lavado de las herramientas y maquinaria).

***Botrytis cinerea*, Podredumbre gris:** este hongo patógeno infecta las cabezas y/o floretes de brócoli (Figura 14). Las condiciones ambientales que favorecen a esta enfermedad es el exceso de humedad y de nitrógeno. Para su manejo deben considerarse las condiciones predisponentes, por ende, se recomienda evitar el exceso de humedad y el exceso de abonos nitrogenados. También permitir la aireación del cultivo y la aplicación de fungicidas específicos.



Figura 14. *Botrytis cinerea* en Bimi. Fuente: Agrosanitario (2014).

***Rhizoctonia solani*, Mal de los almácigos:** es uno de los agentes causales del Mal de los almácigos, pertenecientes al complejo de hongos patógenos del suelo. Esta enfermedad ocurre en plantas jóvenes y se caracteriza por un adelgazamiento del tallo sobre o bajo el nivel del suelo que avanza hacia abajo (Figura 15).



Figura 15. *Rhizoctonia solani* en Bimi. Fuente: Bradley (2023).

Los esclerocios germinan en el suelo formando apotecios, luego de prolongados períodos de temperatura de suelo entre 5 y 15 °C y óptima disponibilidad de humedad. Los apotecios liberan esporas sexuales o ascosporas que son transportadas por el viento a corta distancia. Bajo condiciones de alta humedad relativa las ascosporas pueden producir infecciones en los tejidos senescentes de la planta que les sirven de sustrato. Es aconsejable para su manejo utilizar sustratos estériles en la etapa de almácigo.

***Xanthomonas* spp., Enfermedad bacteriana:** esta bacteria patógena produce manchas en forma de V en los bordes de las hojas, que posteriormente se expanden y las desecan (Figura 16). Las condiciones predisponentes están dadas por el monocultivo de Brásicas, los suelos ácidos (pH < 6,5) y/o arcillosos, mal drenados y compactados. Se recomienda para su manejo realizar tratamientos preventivos, utilizar semillas fiscalizadas y seleccionar variedades tolerantes.



Figura 16. *Xanthomonas* spp. en crucíferas. Fuente: Holmes (2023).

***Erwinia caratovora*, Podredumbre blanda:** la sintomatología se manifiesta a través de podredumbres negruzcas y húmedas en los tallos y podredumbres blandas en los frutos que causan un fuerte olor característico (Figura 17). El exceso de humedad favorece a esta enfermedad para que

aparezca en el lote productivo. Para su prevención se debe evitar el exceso de riego, eliminar las malezas y las plantas infectadas, desinfectar las herramientas de poda y cosecha.



Figura 17. Podredumbre blanda en Brócoli. Fuente: UNLu (2024).

***Cauliflower mosaic virus (CaMV)*, Virus del mosaico de la coliflor:** esta virosis produce aclaramiento o clorosis a lo largo de las nervaduras de las hojas. Posteriormente, los síntomas aparecen como áreas verdes oscuras a lo largo de las nervaduras y manchas necróticas en la hoja. Además del aclaramiento nerval se puede desarrollar un mosaico con áreas de color verde claro y oscuro en las hojas. Las plantas pueden atrofiarse. Las manchas necróticas internas en la col almacenada se atribuyen a la infección por CaMV (Figura 18).

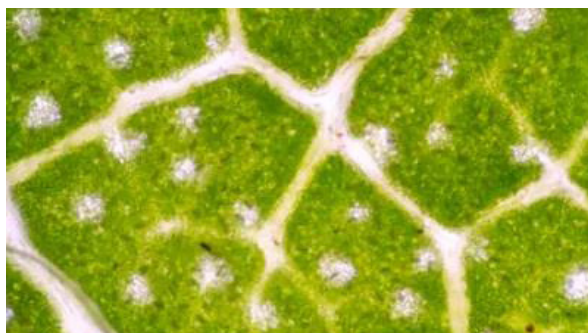


Figura 18. *Cauliflower mosaic virus* en Bimi. Fuente: Newton (2023).

Este virus necesita de un agente transmisor como los áfidos (pulgones), los cuales son responsables de transportarlo. Al alimentarse de la savia de la planta transmiten el virus a través de su saliva. Para su manejo se recomienda controlar las malezas e incorporar los restos de cultivos inmediatamente después de la cosecha y aislar las camas de trasplante de los cultivos de Brásicas comerciales.

Finalmente, el tercer grupo de adversidades, pero en este caso abióticas que son las enfermedades

no parasitarias o fisiogénicas del cultivo de bimi, se detallarán seguidamente según los estudios de Chiriboga (2002), Maroto Borrego & Soria (2017).

Deformaciones: se producen floretes de superficie irregular u ondulada o muy abiertos. Las altas temperaturas durante la fase reproductiva del cultivo son las condiciones predisponentes para que esta alteración se manifieste. Para su manejo se aconseja evitar el exceso de calor durante la fase de formación de las inflorescencias.

Grano marrón: el mismo consiste en la aparición de botones florales de color marrón que posteriormente pueden llegar a desprenderse de la inflorescencia, y que deprecian la calidad comercial del producto. Es frecuente en producciones otoñales y primaverales cuando se registran fuertes y súbitos incrementos de temperatura, los cuales deben evitarse para su manejo.

Amarillamiento de los floretes: esta fisiopatía se debe a la sobremadurez al momento de la cosecha. Las altas temperaturas durante la cosecha y poscosecha (almacenamiento) fomentan a esta en el cultivo de bimi. Se recomienda para su manejo cosechar los floretes cuando los mismos se encuentren verdes, con buena compacidad y evitar las elevadas temperaturas durante el período de almacenamiento.

Pardeamiento de los floretes: estas alteraciones fisiológicas generan una coloración parda de los floretes. Las condiciones predisponentes para la manifestación de esta fisiopatía es la carencia y/o desbalance nutricional. Para su manejo es aconsejable emplear un adecuado plan de fertilización para que este desorden no se manifieste.

Tallo hueco: se produce un crecimiento irregular o repentino que genera el defecto de tallos huecos, el cual puede ir acompañado de una decoloración de los tejidos internos, deformación de la inflorescencia y necrosis de las flores más centrales. Los desbalances térmicos e hídricos como los excesos de nitrógeno y carencia de boro y calcio favorecen a esta fisiopatía. Es aconsejable para su manejo evitar desbalances térmicos, hídricos, y altos niveles de nitrógeno, deficiencia de boro y calcio, y bajas densidades, ya que dichos factores favorecen el desarrollo de esta alteración.

Manchas blancas en las pellas u ojos de gato: consisten en zonas deformes de las pellas con los corimbos muy unidos. Esta fisiopatía se presenta cuando las condiciones climáticas son adversas (heladas), siendo algunos híbridos más susceptibles. Para su manejo se recomienda seleccionar el material genético adecuado para la zona agroecológica en cuestión.

Secuenciación (dentro del mismo lote productivo) y rotaciones (entre lotes): resulta conveniente que tanto el bimi como el brócoli permanezcan solo un ciclo en el mismo lote y que no sean precedidos o seguidos por otra Brassicaceae, a fin de evitar enfermedades parasitarias. Entre los cultivos antecesores sugeridos se destacan las hortalizas de hoja como la lechuga y también legumbres, entre otras. Además, pueden cultivarse con posterioridad al bimi en el mismo lote otros cultivos menos exigentes como achicoria, lechuga, puerro, espinaca como algunos ejemplares.

A modo de síntesis, actualmente, los alimentos ricos en compuestos bioactivos con elevada funcionalidad se han convertido en coadyuvantes para mejorar la salud, aspecto por el que son valoradas las hortalizas de la familia Brassicaceae, no solo por su perfil nutricional, sino también por la presencia de promotores de la salud incluidos los glucosinolatos e isotiocianatos. Se ha demostrado que el bimi podría presentar una mayor aceptación por parte de los consumidores, dado que a diferencia del brócoli no presenta el mismo contenido de en sulforafano, componente que le otorga el sabor más amargo que dificulta la aceptación por el consumidor.