

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“EL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni)
EN EL VALLE DEL ALTO MAYO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

ALEJANDRO RAFAEL SEGOVIA RODRÍGUEZ

LIMA – PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	El cultivo de Stevia (Stevia rebaudiana) en el valle del Alto Mayo vf v3.docx (D160544937)
Submitted	3/9/2023 3:44:00 PM
Submitted by	Alexander Rodriguez Berrío
Submitter email	arodriber@lamolina.edu.pe
Similarity	4%
Analysis address	arodriber.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.redalyc.org/pdf/3576/357634226006.pdf Fetched: 11/5/2020 4:19:44 AM	 1
SA	16 DICIEMBRE MONOGRAFIA.docx Document 16 DICIEMBRE MONOGRAFIA.docx (D34097509)	 2
SA	STEVIA.pdf Document STEVIA.pdf (D11260969)	 2
W	URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992017000200011 Fetched: 12/30/2021 11:08:14 AM	 1
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TESIS PA CON CARÁTULA NUEVA (5to).docx Document TESIS PA CON CARÁTULA NUEVA (5to).docx (D144385560) Submitted by: rpinedo@lamolina.edu.pe Receiver: rpinedo.unalm@analysis.orkund.com	 2
SA	Tesis Consuelo Jimenez J..pdf Document Tesis Consuelo Jimenez J..pdf (D77227805)	 2
SA	LACCEI_2017_paper_324.pdf Document LACCEI_2017_paper_324.pdf (D26640417)	 2
SA	PRODUCCIÓN DE STEVIA REBAUDIANA BERTONI COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA, AMBIENTAL Y ECOSISTEMA SALUDABLE DE LAS CUENCAS DEL RÍO PAMPLONITA DEL MUNICIPIO DE BOCHALEMA..pdf Document PRODUCCIÓN DE STEVIA REBAUDIANA BERTONI COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA, AMBIENTAL Y ECOSISTEMA SALUDABLE DE LAS CUENCAS DEL RÍO PAMPLONITA DEL MUNICIPIO DE BOCHALEMA..pdf (D158260419)	 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“EL CULTIVO DE STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) EN EL VALLE
DEL ALTO MAYO”**

ALEJANDRO RAFAEL SEGOVIA RODRÍGUEZ

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado ante el siguiente Jurado:

.....
Dr. Raúl Blas Sevillano
PRESIDENTE

.....
Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Isabel M. Montes Yarasca
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Elías H. Huanuqueño Coca
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2023

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	GENERALIDADES.....	4
2.1.1	Introducción.....	4
2.1.2	Taxonomía y botánica	7
2.1.3	Glicósidos de esteviol.....	8
2.2	ASPECTOS AGRONÓMICOS	9
2.2.1	Condiciones edafo-climáticas.....	9
2.2.2	Variedades	10
2.2.3	Densidad de siembra.....	11
2.2.4	Producción de plantines.....	12
2.2.5	Nutrición.....	13
2.2.6	Plagas y enfermedades.....	14
III.	DESARROLLO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
3.1	ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE PROTOCOLOS DE MANEJO AGRONÓMICO	18
4.1.	PROGRAMA DE DESARROLLO DE VARIEDADES.....	32
IV.	CONCLUSIONES.....	35
V.	RECOMENDACIONES.....	36
VI.	BIBLIOGRAFÍA.....	37
VII.	ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de principales glicósidos de esteviol.	9
Tabla 2: Lista de plagas de stevia. Adaptada de Martínez (2015).....	15
Tabla 3: Lista de enfermedades de stevia. Adaptada de Martínez (2015).....	15
Tabla 4: Tratamientos del ensayo A.....	21
Tabla 5: Resultados de peso fresco de planta de ensayo A.....	23
Tabla 6: Resultados de peso seco de hoja de ensayo A.....	24
Tabla 7: Resultados de peso seco de tallo de ensayo A.....	24
Tabla 8: Resultados de relación hoja/tallo en ensayo A.....	25
Tabla 9: Resultados de humedad de hojas de ensayo A.....	26
Tabla 10: Resultados de peso seco de hojas promedio de ensayo A.....	26
Tabla 11: Resultados de pesos secos de hojas detallados de ensayo A.....	27
Tabla 12: Resultados de Rebaudiósido A de ensayo A.....	28
Tabla 13: Resumen de resultados de ensayo A.....	28
Tabla 14: Ahorro por tratamiento de ensayo A.....	29
Tabla 15: Avance de siembra por tratamiento de ensayo A.....	29
Tabla 16: Curva de crecimiento – ensayo B.....	30
Tabla 17: Curva de Rebaudiósido vs tiempo – ensayo B.....	31
Tabla 18: ANOVA Ensayo A.....	40
Tabla 19: Análisis Tukey – ensayo A.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Agro-exportaciones peruanas 2014 - 2019 (millones de US\$).....	1
Figura 2: Cultivo de <i>Stevia rebaudiana</i> . Distrito de Calzada, Moyobamba, San Martín.....	2
Figura 3: Centro de origen de la Stevia. Región Amambay, Paraguay (frontera con Brasil)	5
Figura 4: Presentaciones comerciales de stevia.....	6
Figura 5: Producto comercial (gaseosa) con stevia	7
Figura 6: Molécula de esteviol	8
Figura 7: Cama sembrada con stevia. Distrito de Calzada, Moyobamba, San Martín	12
Figura 8: Daño por gusano de tierra. Distrito de Calzada, Moyobamba, 2017	16
Figura 9: Gusano comedor de follaje. Distrito de Calzada, Moyobamba, 2017	16
Figura 10: Mancha foliar. Distrito de Calzada, Moyobamba, 2017	16
Figura 11: Peso Fresco Planta (Kg/Trat)	23
Figura 12: Peso Fresco Planta (Ton/ha)	23
Figura 13: Peso Seco Hoja	24
Figura 14: Peso Seco Tallo.....	24
Figura 15: Peso Seco Hoja-Tallo.....	25
Figura 16: Peso Seco de Hojas (8 % de Humedad) PSH (Kg/Trat)	27
Figura 17: Peso Seco de Hojas (8 % de Humedad) PSH (Ton/ha)	27
Figura 18: Altura vs Tiempo	31
Figura 19: RebA	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados de prueba estadística Anova – Tukey de Ensayo A	40
Anexo 2: Protocolo de colecta de esquejes de plantación madre o comercial de <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni.....	42

RESUMEN

La stevia es un cultivo nuevo que se ofrece como una importante alternativa para tratar enfermedades como la diabetes y la obesidad, ya que sus hojas contienen moléculas edulcorantes de bajo o nulo aporte calórico que no incrementan los niveles de azúcar en la sangre. El presente trabajo resume mi experiencia profesional de aproximadamente ocho años en la empresa Stevia One Perú SAC, en el manejo del cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en el valle del Alto Mayo, región de San Martín, Perú; en las áreas de Investigación y Desarrollo (I+D) y Operaciones (Producción Agrícola). Se describe de manera general al cultivo, describiendo algunos aspectos y consideraciones para su manejo agronómico en algunas etapas productivas como propagación in-vitro, propagación por esquejes, siembra, manejo sanitario de plagas y enfermedades, entre otras; así como las potencialidades para su comercialización e industrialización. Dos ensayos agrícolas son descritos: Primero, un ensayo sobre el ‘Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de hoja seca y acumulación de esteviol glicósidos en cultivo de stevia’; y segundo, la ‘Determinación de curva de crecimiento (altura) y acumulación de Rebaudiósido A en hojas secas de Stevia’.

Palabras clave: Stevia, cultivo, valle del Alto Mayo.

ABSTRACT

Stevia is a new crop that it is offered as an important alternative to treat diseases such as diabetes and obesity, since its leaves contain sweetener molecules with low or no caloric intake that do not increase blood sugar levels. The present work summarizes my professional experience of approximately eight years in the Company Stevia One Peru SAC, in the management of the cultivation of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) in the Alto Mayo valley, San Martin region, Perú; in the areas of Research and Development (R&D) and Operations (Agricultural Production). The cultivation it's described in a general way, with some aspects and considerations for its agronomic management in some productive stages such as in-vitro propagation; propagation by cuttings, sowing, sanitary management for pests and diseases, among others, as well as the potential for its commercialization and industrialization. Two agricultures essays are described: first, an essay on the 'Effect of planting density on dry leaf yield and accumulation of steviol glycosides in stevia'; and second, a 'Determination of growth curve (height) and accumulation of Rebaudioside A in dried leaves of stevia'. Both essays were conducted as part of my performance in the Research and Development area.

Keywords: Stevia, cultivation, Alto Mayo valley.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años el sector agro-exportador peruano creció sostenidamente en área de siembra, volumen de producción y ventas (6359 millones de dólares al cierre del 2019 según el BCR), y oferta de cultivos; convirtiéndose en una de las principales actividades económicas del país con la mayor generación de fuente de empleo formal –directo e indirecto- en la población económicamente activa.

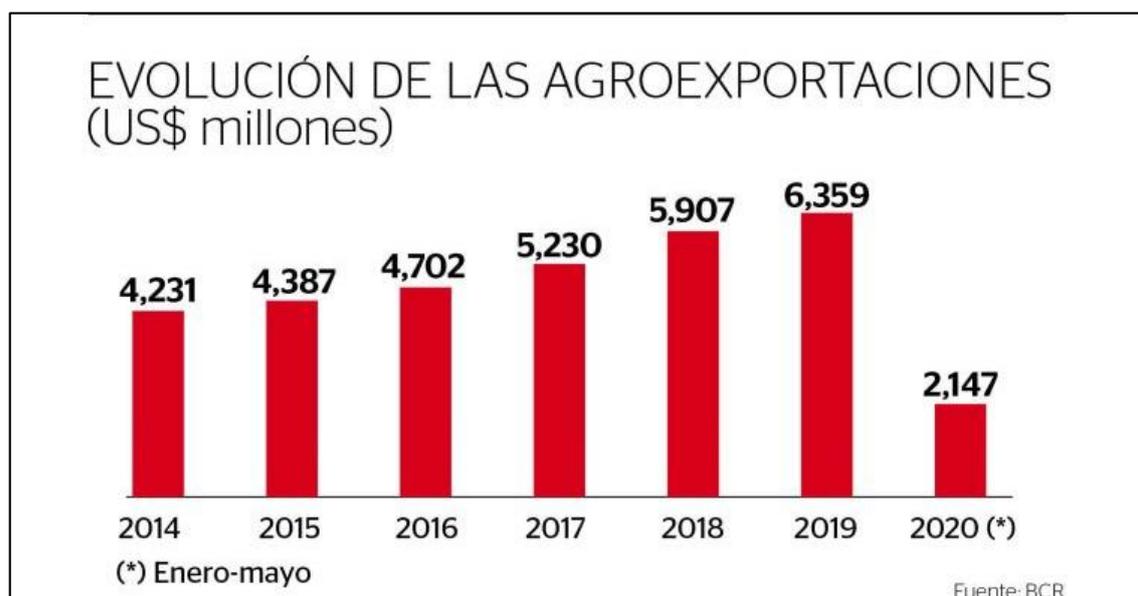


Figura 1: Agro-exportaciones peruanas 2014 - 2019 (millones de US\$).

FUENTE BCR (El Peruano, 2020).

En la actualidad somos unos de los principales productores de frutas y hortalizas de la región, siendo líderes mundiales en exportación de arándanos y segundos en paltas y espárragos. Nuestra canasta productiva está concentrada en cuatro productos (uvas, paltas, arándanos y espárragos) cultivados principalmente en las regiones costeras de Ica, La Libertad y Piura. Es por ello que es importante buscar y probar nuevos cultivos que permitan una diversificación de nuestra oferta productiva, más aún si pueden cultivarse en distintas zonas geográficas como nuestra selva, brindando oportunidades de desarrollo para esta región.

1.1 Problemática

Es así que la stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) se muestra como un cultivo alternativo - con potencialidades de industrialización- ya que se adapta favorablemente a zonas de producción selváticas como el valle del Alto Mayo en la región San Martín.

Estas son algunas ventajas y oportunidades del cultivo de Stevia en el valle del Alto Mayo:

- Cultivo con potencial industrial.
- Condiciones óptimas (edafo-climáticas) para crecimiento en la zona.
- Rendimientos altos.
- Alternativa rentable y sostenible para el sector agro-industrial, así como para pequeños y medianos agricultores.
- Generador de empleo rural.
- Cultivo con generación de caja rápida (cuatro cosechas al año).
- Demanda de mercado de productos edulcorantes naturales de bajo aporte calórico.



Figura 2: Cultivo de *Stevia rebaudiana*. Distrito de Calzada, Moyobamba, San Martín

1.2 Objetivos

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1. Aportar al conocimiento del manejo de la stevia a través de mi experiencia profesional de agrónomo en la empresa Stevia One Perú SAC.
2. Describir los retos y oportunidades del cultivo de stevia como alternativa de agro-exportación de nuestra canasta productiva.
3. Describir cómo mi experiencia profesional en la empresa Stevia One Perú SAC contribuyo a mi formación de agrónomo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

Se presenta de manera general al cultivo, desde su origen e historia, clasificación botánica, contexto y explotación agrícola actual, así como las potencialidades para su industrialización y comercialización.

Se describe de manera general los principales aspectos técnicos del cultivo de la Stevia en las condiciones del valle del Alto Mayo, a través de las distintas etapas productivas del cultivo como: producción de plantines en vivero, siembra, nutrición, manejo sanitario de plagas y enfermedades, entre otros.

2.1.1 Introducción

La Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una planta herbácea perenne de la familia de las asteráceas. Tiene su centro de origen en el Paraguay, en la región de Amambay (cerca de la frontera con Brasil). Se le conoce localmente como Ka'a he'e que significa 'hierba dulce' en idioma guaraní y ha sido usada como edulcorante y planta medicinal por los pobladores locales desde hace cientos de años. Fue descubierta científicamente en 1887 por el botánico suizo Moisés Bertoni (1857 – 1929), quien la describió y clasificó taxonómicamente. En 1905 el químico paraguayo Ovidio Rebaudi (1860 – 1931) aisló de las hojas los primeros glicósidos de esteviol, familia de compuestos que en forma aislada pueden ser de doscientos a trescientos cincuenta veces más dulces que la sacarosa, y que se encuentran principalmente en las hojas de la planta. Estos glicósidos son una alternativa edulcorante de origen natural y bajo aporte calórico para combatir enfermedades como la obesidad y diabetes.



Figura 3: Centro de origen de la Stevia. Región Amambay, Paraguay (frontera con Brasil)

Según Zenith International (2016) a nivel mundial se cultivan 32,000 ha de stevia, con un 75% del área cultivada en China. El cultivo tradicional en China se da en cuatro regiones: Jiangsu, Anhui, Shangdong y Heilongjiang, mientras que otras provincias como Sichuan, Xinjiang, Hainan y Guangdong lo cultivan en mayor escala de manera intensiva.

Martínez (2015) calcula 1500 ha de cultivo de Stevia en Paraguay. Otros principales países productores son: Japón, Taiwán, Brasil, Colombia y Malasia.

En Perú se estima un área sembrada de 250 a 300 ha aproximadamente, concentradas principalmente en la región San Martín en la empresa Stevia One Perú SAC.

La mayor cantidad de fábricas procesadores de Stevia se encuentra en China y Japón, existiendo también algunas plantas en Paraguay y Brasil. La producción es mayormente exportada a los mercados de Estados Unidos, Japón, China y Francia.

Aplicaciones de Stevia en la industria de alimentos:

- Bebidas: jugos, aguas aromatizadas, bebidas deportivas, bebidas energéticas, té, gaseosas, leche, entre otros.

- Productos lácteos: helados, yogurts.
- Productos horneados: galletas, tortas.
- Conservas: mermeladas, salsas y encurtidos.
- Postres.
- Gomas de mascar (chicles).
- Dietas especiales (diabetes y/o pérdida de peso).
- Productos farmacéuticos: vitaminas y suplementos.



Figura 4: Presentaciones comerciales de stevia

Tendencias de mercado:

- Consumidores preocupados por su salud.
- Búsqueda de productos saludables.
- Productos de origen natural.
- Productos sostenibles socio-ambientalmente.



Figura 5: Producto comercial (gaseosa) con stevia

2.1.2 Taxonomía y botánica

Taxonomía

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub-clase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Stevia*

Especie: rebaudiana

Según Rojas (2009) existen 154 variedades del género *Stevia*, pero sólo la especie *Stevia rebaudiana* Bertoni presenta alto poder edulcorante en sus hojas.

Según Zenith International (2016) el género *Stevia* incluye a 240 especies de hierbas y arbustos que crecen en zonas tropicales y sub-tropicales de América Latina.

Rojas (2009) describe botánicamente a la *Stevia* de la siguiente manera: “Es una planta sub-fruticosa, con tallo anual sub-leñoso, levemente piloso en las extremidades, es ramificado

formando múltiples brotes, con tendencia a inclinarse, pudiendo alcanzar 0.90 m de altura en su medio natural. No tiene ramificaciones, tornándose multicaule después del primer ciclo vegetativo llegando a producir hasta 20 tallos en el tercer y cuarto año”.

Martínez (2015) describe a las hojas como “elípticas, ovales o lanceoladas, algo pubescentes con disposición opuesta en sus estados juveniles, y alternas cuando llega a su madurez fisiológica, previa a la floración”.

Según Kinghorn (2002), “los capítulos están dispuestos en inflorescencias sueltas, paniculadas y corimbosas en los extremos terminales de las ramas. Cada capítulo está envuelto por un involucre casi tan largo como el pedicelo, de color verde claro en la mitad inferior, amarillenta en la mitad superior en estado fresco”.

2.1.3 Glicósidos de esteviol

Geuns (2007) define a los glicósidos de esteviol como “moléculas que contienen esteviol como unidad común al que se unen un número diferente de unidades de azúcar en los enlaces beta, por lo que no pueden ser degradados por las enzimas del tracto digestivo”.

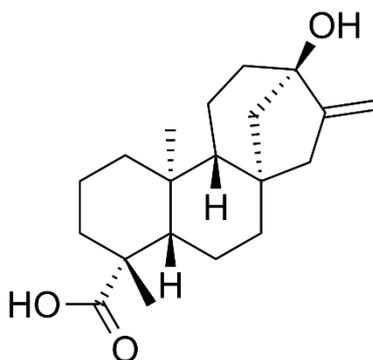


Figura 6: Molécula de esteviol

De toda la familia de glicósidos de esteviol, diez compuestos son usados principalmente por la industria de alimentos y bebidas, debido a su alta concentración en las hojas, alto poder edulcorante y uso aprobado para consumo humano:

Tabla 1: Lista de principales glicósidos de esteviol.

N ^o	Glicósido de esteviol	Dulzura comparativa con el azúcar
1	Steviósido	150 - 300
2	Steviolbiónido	100 - 125
3	Rubusónido	300
4	Dulcónido A	50 - 120
5	Rebaudiónido A	200 - 400
6	Rebaudiónido B	300 - 350
7	Rebaudiónido C	50 - 120
8	Rebaudiónido D	200 - 300
9	Rebaudiónido E	250 - 300
10	Rebaudiónido F	200

Nota: Adaptación de Zenith International (2016)

2.2 ASPECTOS AGRONÓMICOS

2.2.1 Condiciones edafo-climáticas

Según Rojas (2009) la *Stevia* se adapta a altitudes variables, desde el nivel del mar hasta los 1500 msnm. Se recomienda zonas con precipitación promedio anual de 1500 mm y sin sequías prolongadas. La temperatura óptima es de 15 a 30 °C, con promedio de 24 °C. La humedad relativa debe oscilar entre 78 a 85%.

Con respecto a los suelos se requiere buena profundidad y permeabilidad, con textura ideal de franco arenosa a franco arcillosa. Se comporta adecuadamente en suelos con pH de 5.5 a 6.5, con salinidad baja a nula.

Según Zenith International (2016) la *stevia* crece mejor en zonas con días largos que incrementen la concentración de azúcares en las hojas. La altitud recomendada está en el rango de 500 a 3000 msnm en terrenos montañoso semi-áridos, siendo los climas tropicales y sub-tropicales los que presentan las mejores condiciones. Se requieren suelos ligeramente ácidos, bien drenados y con un metro de profundidad de capa arable. La temperatura no debe exceder el rango de 10 a 37 °C durante la etapa de crecimiento, con humedades relativas entre los 65 a 85%.

Según Martínez (2015) la Stevia requiere días largos y alta intensidad solar con temperaturas en el rango de 24 a 28 °C y humedades relativas de 75 a 85%. Se recomiendan zonas con precipitaciones distribuidas durante todo el año en rango de 1400 a 1800 mm. Sobre el suelo se indica un p H de 6.5 a 7, con baja o nula salinidad, contenido medio de materia orgánica y de textura franco arenosa a franca, buen drenaje y permeabilidad.

Soto (2018) indica una temperatura apropiada de 15 a 30 °C. La altitud no debe ser mayor a 1200 msnm. La humedad relativa debe ser menor a 85%.

Según Reis et al (2015) la Stevia debe regarse con agua con conductibilidad eléctrica menor a 2 ds/m. De lo contrario, el rendimiento es afectado drásticamente. Incluso se encontraron disminuciones de rendimiento con conductividades mayores a 0.3 ds/m.

2.2.2 Variedades

Lándazuri y Trigrero (2009) recomiendan la variedad Morita II y Ariete, por su alto contenido de azúcares.

Martínez (2015) recomienda la variedad Morita II por su mayor rendimiento de hoja seca y mejor contenido de glicósidos frente a otras variedades.

La Asociación Española de Stevia Rebaudiana recomienda usar la variedad Criolla por su rusticidad y facilidad de propagación por semilla, resistencia a la sequía y floración escalonada. La variedad Eirete, mejorada en Paraguay, se recomienda por su mayor contenido de glicósidos de esteviol en las hojas y alto rendimiento de hojas secas. Su propagación debe ser exclusivamente por esquejes. Las variedades japonesas Morita I y II también son recomendadas por su alto contenido de azúcares.

Millán et al. (2012) determinaron que la variedad Morita II posee mejores características morfo-fisiológicas y genéticas frente a Morita I, lo que le permite ser más eficiente. Se observó que altas radiaciones incrementan la materia seca en hojas.

Soto (2018) indica que el poder edulcorante del cultivo depende de condiciones como el suelo, clima, altura y sobre todo la variedad. Existen cuatro variedades comerciales importantes: Criolla o nativa, Morita II, Eirete y Jbb, siendo las principales diferencias de las variedades mejoradas frente a la criolla el mayor contenido de glicósidos de esteviol y la facilidad de reproducción asexual.

2.2.3 Densidad de siembra

Soto (2018) recomienda una densidad de siembra de 140,000 plantas por hectárea, con distancias de 20 cm entre hileras y 20 cm entre plantas. Mayores densidades reducen el crecimiento de raíces laterales y el rendimiento en peso seco de hojas, además de incrementar la mortandad post-cosecha. Las camas deben poseer un largo de 8 a 20 metros y un ancho de 1 a 1.2 metros con altura de 30 cm. Las calles principales deben tener un ancho de 90 cm y las secundarias de 70 cm.

Lándazuri y Trigerro (2009) recomiendan distancias de 20 cm entre hileras y 16 cm entre plantas, equivalentes a 180,000 plantas por hectárea con trazos de caminos amplios de 3 metros de ancho cada 100 metros.

Martínez (2015) recomienda una densidad de 130,000 plantas por hectárea con distancias de 50 x 15 cm para lograr rendimientos de 10 a 12 toneladas por año en cuatro a cinco cortes.

La Asociación Española de Stevia Rebaudiana recomienda densidades de siembra de 90,000 a 120,000 plantas por hectárea, con plantas espaciadas 20 cm en todas las direcciones. Las camas de siembra deben ser de 120 cm de ancho con 30 a 40 cm de altura y calles de 75 cm (Carrascal, 2013).

Millán et al. (2012) determinaron una densidad de siembra de 100,000 plantas por hectárea para condiciones de Chinú-Córdoba en Colombia. Con ello, lograron producciones de 1800 kg mensuales de hoja seca.

Soto (2018) estimó una densidad óptima de 88,000 plantas por hectárea, con distancias de 75 cm entre hileras y 15 cm entre plantas. Se advierte que densidades mayores reducen el

desarrollo de ramas laterales y el rendimiento de hoja seca, incrementando la mortandad post-cosecha.

En un ensayo realizado en Brasil (Pedrosa et al. 1992), se determinó que con 80,000 plantas por hectáreas (provenientes de semilla) se lograron los mayores rendimientos de hoja seca.

Jarma et al. (2011) registraron la densidad de 25 plantas/m² como la mejor para rendimiento de hojas secas en variedad Morita II en la región Caribe en Colombia.

En otra experiencia similar en Colombia (Sinú Medio) se determinó que la densidad de siembra de 20x20 cm obtuvo los mayores rendimientos de hoja seca para la variedad Morita II (Espitia et al. 2009).



Figura 7: Cama sembrada con stevia. Distro de Calzada, Moyobamba, San Martín

2.2.4 Producción de plantines

La propagación asexual por esquejes es el método más usado comercialmente (Rojas, 2019), con la principal ventaja de uniformidad en plantación. Los esquejes deben tener las siguientes características según Rojas:

- Provenir de plantas vigorosas y sanas
- Tener como mínimo 5 pares de hojas abiertas y opuestas.
- No debe presentarse botón floral
- Longitud de 8 a 10 cm.

La propagación asexual por esquejes es recomendada debido a la baja capacidad de germinación de las semillas (Hossain, 2017).

Las variedades mejoradas sólo se recomiendan propagarse por esquejes al ser sumamente alógamas (Soto, 2018). No se recomiendan esquejes con hojas alternas ya que están próximas a floración y esto afecta su capacidad de enraizamiento. Se recomienda uso de hormona de ácido naftilacético a concentración de 4000 ppm para inducir adecuado enraizamiento de los plantines.

Martínez (2015) determina cortar esquejes con cinco hojas abiertas y opuestas, de entre 8 y 18 cm de longitud. Previo a la siembra, se recomienda cortar la parte apical de los esquejes para evitar que se oxiden rápidamente.

2.2.5 Nutrición

Soto (2018) recomienda la siguiente fórmula como guía para el cultivo de Stevia, basándose en una experiencia en Sinaloa (México):

- 180 kg/ha Nitrógeno
- 60 kg/ha de Potasio
- 92 kg/ha de Fósforo
- 28 kg/ha de Calcio
- 23 kg/ha de Magnesio
- 14 kg/ha de Zinc

Para la zona de Santa Rita de Sigwas (Arequipa) Soto recomienda la siguiente formulación para cada campaña o corte:

- 116 kg/ha Nitrógeno
- 20 kg/ha de Potasio

- 20 kg/ha de Fósforo
- 10 kg/ha de Calcio
- 10 kg/ha de Magnesio
- 10 kg/ha de Zinc

Rojas (2009) indica que el nutriente más exigido por la planta es el potasio, ya que favorece el rendimiento de hoja seca. El nitrógeno favorece el crecimiento de la planta y número de ramas, pero no influye en el rendimiento de hojas.

Fakhrul et al. (2014), determinaron la importancia del potasio en el crecimiento y desarrollo del cultivo. A altas concentraciones de potasio se logran mejores resultados en características físicas (rendimiento de planta y hoja seca), mientras que medianas a bajas concentraciones de potasio favorecen la concentración de glicósidos de esteviol en hojas como Steviósido y Rebaudiósido A.

Inagraha et al. (2014) encontraron una correlación entre el contenido de steviósido y la aplicación incremental de nitrógeno de 100 a 250 Kg por hectárea. Se encontró también que la fertilización nitrogenada y potásica afectaron positivamente el rendimiento de hoja seca.

2.2.6 Plagas y enfermedades

Rojas (2019) indica las siguientes plagas y enfermedades de manera general, como las de mayor importancia para el cultivo en Colombia:

- Plagas:
 - Gusanos de tierra
 - Ácaros y áfidos
 - Lepidópteros

- Enfermedades
 - Enfermedades del suelo: *Rhizoctonia sp.*, *Sclerotium sp.*, *Sclerotinia sp.*, y *Fusarium sp.*

- Enfermedades de hojas: *Alternaria sp.* y *Septoria sp.*

Martínez (2015) lista las siguientes enfermedades y plagas como las más importantes, clasificándolas por síntomas y órganos atacados:

Plagas:

Tabla 2: Lista de plagas de stevia. Adaptada de Martínez (2015)

Nombre científico	Orden	Órgano atacado
<i>Tetranychus sp.</i>	Trombidiforme	Hojas
<i>Agallia sp.</i>	Hemiptera	Hojas
<i>Myzus persicae</i>	Hemiptera	Hojas - brotes
<i>Diabrotica sp.</i>	Coleoptera	Hojas
<i>Dichelupus furcatus</i>	Hemiptera	Hojas - brotes
<i>Taylorilygus pallidus</i>	Hemiptera	Hojas - brotes
<i>Harmostes serratus</i>	Hemiptera	Hojas - brotes
<i>Proxys sp.</i>	Hemiptera	Hojas - brotes
<i>Trips tabaci</i>	Thysanoptera	Hojas - brotes
<i>Pseudoplusia includens</i>	Lepidoptera	Hojas
<i>Spodoptera sp.</i>	Lepidoptera	Hojas
<i>Schistocerca sp.</i>	Orthoptera	Hojas
<i>Gryllotalpa sp.</i>	Orthoptera	Raíz - tallo
<i>Pseudococcus sp.</i>	Hemiptera	Raíz

Enfermedades:

Tabla 3: Lista de enfermedades de stevia. Adaptada de Martínez (2015)

Síntomas	Género	Órgano atacado
Marchitamiento	<i>Fusarium sp.</i>	Raíz - tallo
Marchitamiento	<i>Rhizoctonia sp.</i>	Raíz - tallo
Marchitamiento	<i>Sclerotium sp.</i>	Raíz - tallo
Manchas necróticas	<i>Septoria sp.</i>	Hojas
Manchas necróticas	<i>Alternaria sp.</i>	Hojas - tallo
Ennegrecimiento	<i>Colletotrichum sp.</i>	Tallo
Ennegrecimiento	<i>Phomopsis sp.</i>	Tallo
Ennegrecimiento	<i>Cuvularia sp.</i>	Tallo
Ennegrecimiento	<i>Botryodiplodia sp.</i>	Tallo
Ennegrecimiento	<i>Phlyctaena sp.</i>	Tallo
Pudrición oscura y aborto	<i>Aspergillus sp.</i>	Flores
Pudrición oscura y aborto	<i>Cladosporium sp.</i>	Flores



Figura 8: Daño por gusano de tierra. Distrito de Calzada, Moyobamba, 2017



Figura 9: Gusano comedor de follaje. Distrito de Calzada, Moyobamba, 2017



Figura 10: Mancha foliar. Distrito de Calzada, Moyobamba, 2017

III. DESARROLLO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Stevia One Perú SAC es una empresa de capitales belgas y peruanos, fundada en el año 2009 con operaciones en el valle del Alto Mayo, específicamente en los distritos de Calzada (provincia de Moyobamba) y Pardo Miguel de Naranjos (provincia de Rioja).

Cuenta con 170 hectáreas de cultivo de stevia en tres fundos agrícolas:

- FUNDAAM (35 ha) – Calzada, Moyobamba.
- Ganadera (35 ha) – Calzada, Moyobamba.
- Naranjos (100 ha) – Naranjos, Rioja.

Asimismo, cuenta con un laboratorio para propagación de plantines in-vitro y dos viveros de propagación de plantines por esqueje con capacidad de producción de 1.5 millones de plantines mensuales.

Ha desarrollado también maquinaria especializada para cosecha y post-cosecha de hojas de Stevia y desde el 2018 opera una planta de procesamiento (extracción y purificación) de glicósidos de esteviol en Paita, Piura.

Mi experiencia profesional en la empresa empezó en el año 2011, donde pude realizar una pasantía de tres semanas en el mes de agosto, conociendo el proyecto e interesándome por el cultivo. Posteriormente, al terminar mis estudios universitarios, regresé en enero del 2012 para realizar mis prácticas profesionales. Culminadas las mismas, empecé mi carrera profesional siendo parte del equipo de Investigación y Desarrollo (I+D).

En dicha área (I+D) fui responsable de diseñar, implementar, evaluar y analizar ensayos experimentales en distintas áreas del proceso productivo, incluyendo: propagación de plantines in-vitro en laboratorio, propagación de plantines por esqueje, riego y fertirriego, manejo sanitario de plagas y enfermedades, labores de campo, cosecha y post-cosecha.

La finalidad de los ensayos era desarrollar y validar protocolos de manejo agronómico del cultivo, adaptándolos a nuestras condiciones edafo-climáticas y a las variedades existentes. Asimismo, fui responsable de entablar contacto con proveedores de insumos agrícolas como fertilizantes y agro-químicos para probar productos de nuestro interés en ensayos técnico-comerciales.

Todos los ensayos debían tener un diseño experimental adecuado que permitieran análisis estadísticos que generen conclusiones confiables con resultados repetibles.

3.1 ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE PROTOCOLOS DE MANEJO AGRONÓMICO

Uno de los problemas del manejo agronómico, es que no existía información previa sobre manejo intensivo del cultivo. Al ser la stevia un cultivo nuevo, casi toda la información bibliográfica existente (tesis, manuales, publicaciones científicas) se refería a manejos extensivos con pequeños agricultores, en otras zonas de producción (principalmente Paraguay), en parcelas pequeñas y con bajo desarrollo tecnológico. Además, las variedades cultivadas en estas experiencias eran criollas o no mejoradas, con bajo rendimiento en hoja seca y poca concentración de azúcares.

Muchos de los protocolos utilizados en el proyecto –en las distintas etapas productivas– no estaban validados para nuestras condiciones o variedades mientras que otros no estaban documentados y estandarizados. Por ello se decidió implementar un plan de elaboración y validación de protocolos de manejo agronómico a través de ensayos experimentales con base estadística para asegurarnos de contar con un paquete técnico confiable. En el anexo 2 se incluye un protocolo referencial de manejo de esquejes en vivero.

A continuación, se listan algunos ensayos realizados:

Propagación in-vitro:

- Evaluación de formulaciones en agar (sustratos) para desarrollo de plantines in-vitro.

Propagación de plantines por esqueje:

- Evaluación de mezclas de sustrato sobre el enraizamiento de esquejes.

- Efecto de dosis de hormona AIB en enraizamiento de esquejes.
- Efecto de dos marcas de AIB sobre enraizamiento de esquejes.
- Control de manchas foliares en túneles de enraizamiento.
- Efecto de poda de formación de plantines en estructura de plantas en campo.
- Efecto de longitud de esquejes sobre la calidad de plantines despachados a campo.
- Efecto del rapado de esquejes (deshoje) sobre los rendimientos del cultivo en campo.
- Determinación de condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa en los túneles de producción de plantines en función a condiciones atmosféricas externas.
- Efecto de tratamientos desinfectantes de esquejes para control de *Xanthomonas sp.*

Riego y Fertirriego:

- Evaluación de enmiendas de suelo.
- Curvas de absorción de nutrientes.
- Determinación del coeficiente de cultivo (Kc).
- Efecto de fertilización nitrogenada y potásica sobre rendimiento de hoja seca de cultivo y acumulación de esteviol glicósidos.
- Efecto de tratamientos hormonales en base de metil-dihidro-jasmonatos (MDJ) en acumulación de esteviol glicósidos en hojas secas.

Manejo sanitario de plagas y enfermedades:

- Elaboración de cartilla de evaluación sanitaria.
- Elaboración de programa preventivo de fungicidas contra manchas foliares.
- Curva de disipación de pesticidas.

Manejo de cultivo:

- Control de malezas: prueba de herbicidas pre-emergentes.
- Efecto de la densidad de siembra en rendimiento de hoja seca y acumulación de esteviol glicósidos.
- Curvas de crecimiento de variedades (altura y materia seca).
- Curvas de acumulación de glicósidos de esteviol.
- Evaluación de control de maleza con cobertores plásticos.
- Elaboración de indicadores de manejo de cultivo.

Cosecha:

- Análisis comparativo de cosecha manual y mecanizada.
- Análisis de mortandad post-cosecha mecanizada.

Post-cosecha:

- Determinación de humedad de hoja seca para preservación de glicósidos de esteviol.
- Análisis de conservación de calidad de hoja seca empacada.

A continuación, se desarrollan dos de los ensayos ejecutados (investigaciones del área de I+D). El primero nos permitió determinar la densidad de siembra más adecuada para obtener el mayor rendimiento de hoja seca y acumulación de esteviol glicósidos. Además, se generaban ahorros significativos de miles de dólares anuales al necesitar menor cantidad de plantines tanto para siembra (inicio de plantación) como resiembra (trasplantes para repoblar mortandad post-cosecha). El segundo ensayo tuvo como objetivo elaborar una curva de crecimiento semanal de la nueva variedad Seb1-C, en crecimiento (altura) y contenido de Rebaudiósido A en hojas secas. Esto nos permitió controlar los crecimientos de los distintos lotes de producción tomando como referencia la curva elaborada.

A. Ensayo: Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de hoja seca y acumulación de esteviol glicósidos en cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

a. Resumen

Se realizó una investigación para evaluar el efecto de la densidad de siembra sobre la productividad del cultivo de stevia. El experimento se llevó a cabo en el fundo Ganadera, distrito de Calzada de la provincia de Moyobamba (región San Martín). Se evaluaron cuatro distanciamientos: 24x20 (testigo), 24x25, 24x30 y 24x27.7 cm, éste último en arreglo tresbolillo. La variedad que se trasplantó fue la Seb1-C. La cosecha se realizó a los 90 días después del trasplante. El mayor rendimiento de hoja seca fue de 19.67 Kg, en el distanciamiento 24x25 cm en un área de 66 m² o 30 m lineales de cama, lo que proyectado a una hectárea da 2.98 Ton de hoja seca. Sin embargo, al realizarse la prueba estadística Anova-Tukey, no se encontraron diferencias significativas entre los rendimientos de los tratamientos. La relación hoja/tallo en peso seco fue de 1:1 para todos los tratamientos. El

peso fresco de planta disminuyó conforme a los distanciamientos, variando desde 26.5 (24x20 cm) hasta 23.71 (24x30 cm) Ton/ha. El contenido de Rebaudiósido no fue afectado por los tratamientos y varió de 7.2 a 7.8 %.

b. Metodología

El presente trabajo se realizó en el lote G9 del fundo Ganadera el Sol, que cuenta con un área de 0.65 ha. La variedad trasplantada fue la Seb1-C.

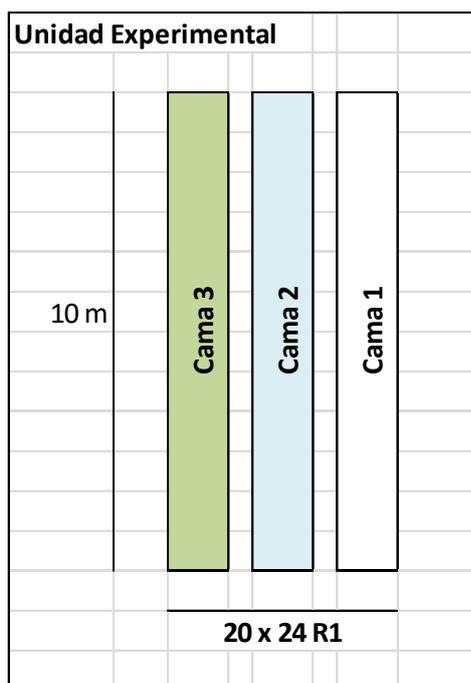
Los tratamientos que se probaron fueron los siguientes:

Tabla 4: Tratamientos del ensayo A

Tratamiento	Distanciamiento (cm)	N° de Pl / ha
1	24 x 20	136,350
2	24 x 25	109,080
3	24 x 30	90,900
4	Tresbolillo (3B) – 24x27.7	98,448

Se trabajó un DCA, con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

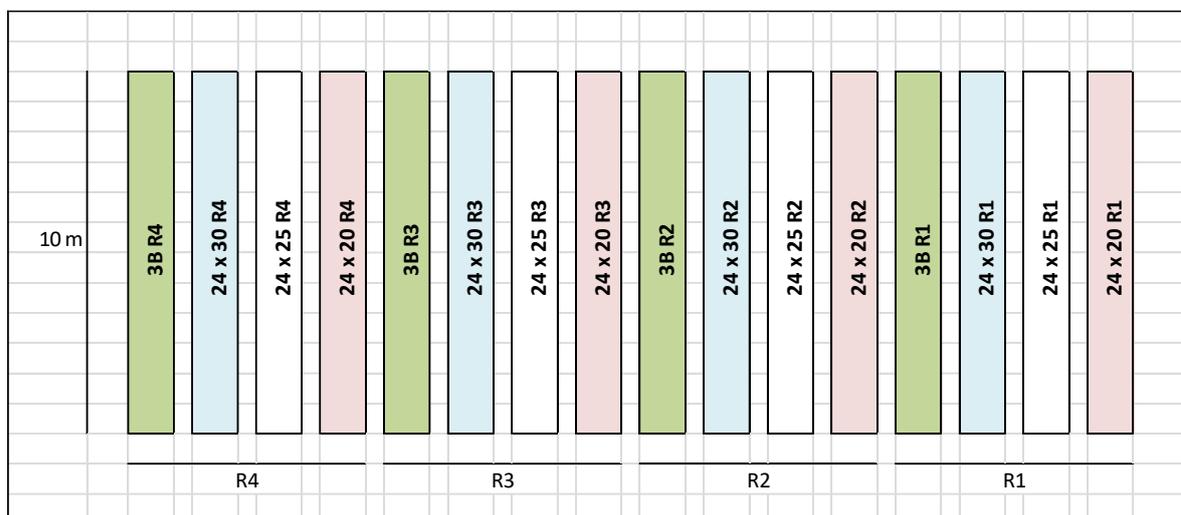
La unidad experimental (UE) constó de 3 camas continuas, de 10 metros de largo cada una.



Por lo tanto, cada repetición tenía un área de 66 m² o 30 m lineales de cama (3 camas de 10 m lineales c/u).

*Una cama tiene un ancho de 1.70 m y 0.50 m de calle.

El diseño experimental fue el siguiente:



Cada repetición fue cosechada, pre-secada y secada evitando en todo momento la mezcla y pérdida de hojas. Se utilizaron mantas con etiquetas para su respectivo manipuleo.

El orden de las actividades realizadas fue la siguiente:

Cosecha – Pre Secado – Secado – Deshoje – Venteo

Las variables que se midieron fueron:

- Peso fresco de planta – PF PI
- Peso Seco de hoja – PS H
- Peso Seco del Tallo – PS T
- Relación Hoja/Tallo en peso seco
- Peso Seco de Hojas (al 8 % de humedad)
- Contenido de Rebaudiósido A.

Para poder facilitar las comparaciones entre tratamientos, cada resultado o rendimiento de las U.E. o repeticiones fueron proyectados a una hectárea, considerando la siguiente fórmula:

$$\text{Rdto U.E. (Kg)} / 3 \times 10 \times 45.45 / 1000 = \text{Rdto/ha (Ton)}$$

*Para los cálculos respectivos se consideró que en 100 m hay 45.45 camas.

Se utilizó un DCA, con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Las medias fueron analizadas con el programa estadístico Minitab16, realizando un Anova con prueba de Tukey para detectar diferencias significativas entre medias de tratamientos, con un nivel de confianza del 95 %.

c. Resultados

- **Peso Fresco de Planta**

Tabla 5: Resultados de peso fresco de planta de ensayo A

N° Plantas/ha	136,350	109,080	98,448	90,900
Tratamiento	24x20	24x25	3B	24x30
Kg / Trat	174.6	171	160.4	156
Ton / ha	26.5	25.9	24.3	23.7

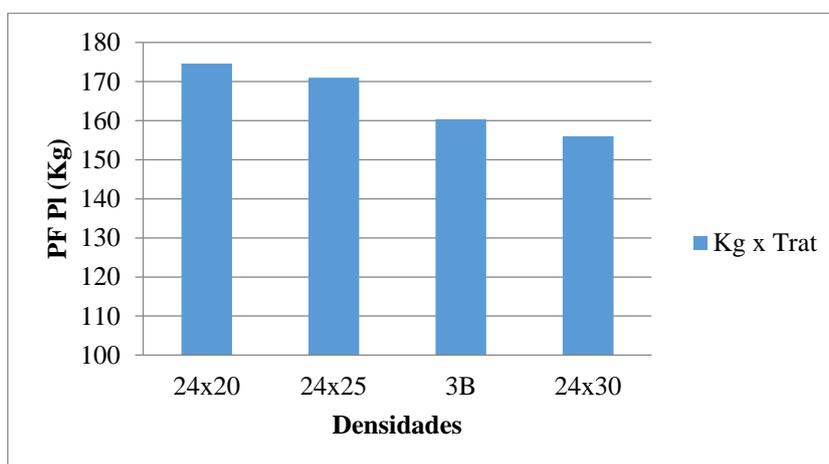


Figura 11: Peso Fresco Planta (Kg/Trat)

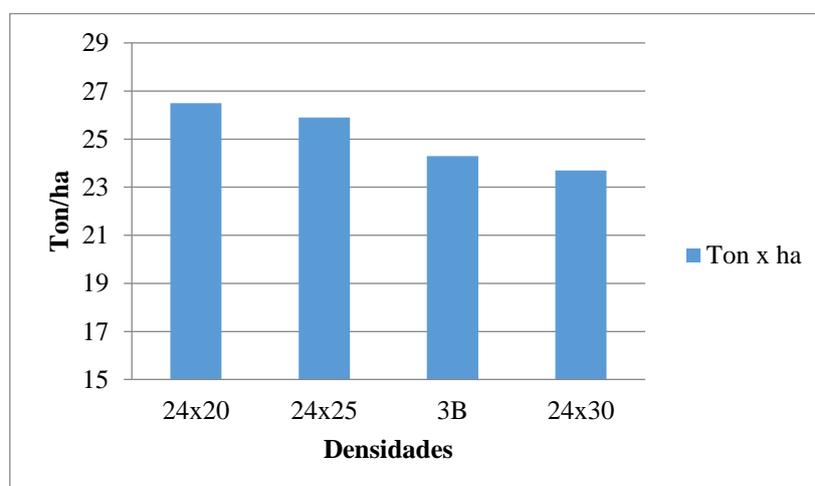


Figura 12: Peso Fresco Planta (Ton/ha)

- **Peso Seco Hoja**

Tabla 6: Resultados de peso seco de hoja de ensayo A

Tratamiento	24x20	24x25	24x30	3B
Kg x Trat.	19.75	20.63	19.38	19.13
Ton x ha	2.99	3.12	2.94	2.9

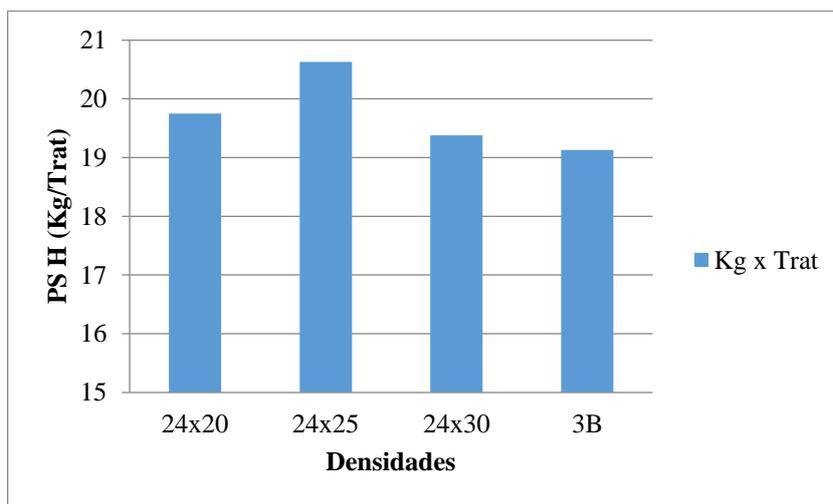


Figura 13: Peso Seco Hoja

- **Peso Seco Tallo**

Tabla 7: Resultados de peso seco de tallo de ensayo A

Tratamiento	24x20	24x25	24x30	3B
Kg x Trat.	19.75	19.13	17.88	17.25
Ton x ha	2.99	2.9	2.71	2.61

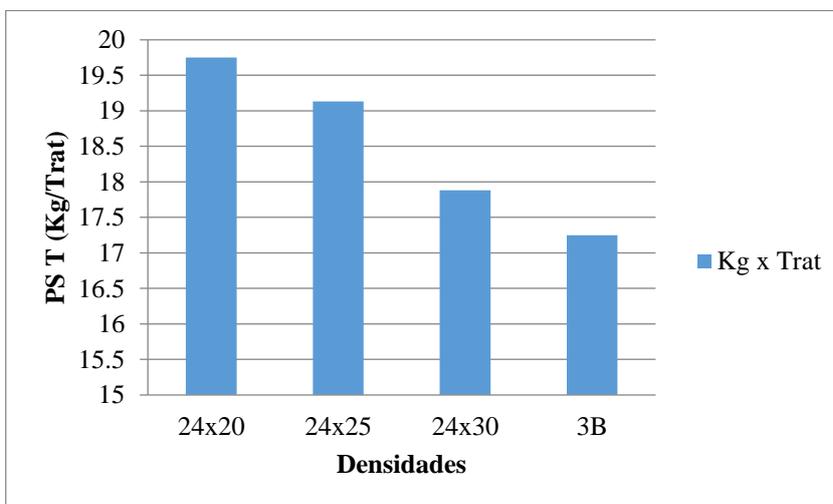


Figura 14: Peso Seco Tallo

d. Relación Hoja / Tallo (en Peso Seco)

Tabla 8: Resultados de relación hoja/tallo en ensayo A

Tratamiento	24x20	24x25	24x30	3B
PS Hoja (Kg)	19.75	20.63	19.38	19.13
PS Tallo (Kg)	19.75	19.13	17.88	17.25
Relación Hoja/Tallo	1	1.08	1.08	1.11

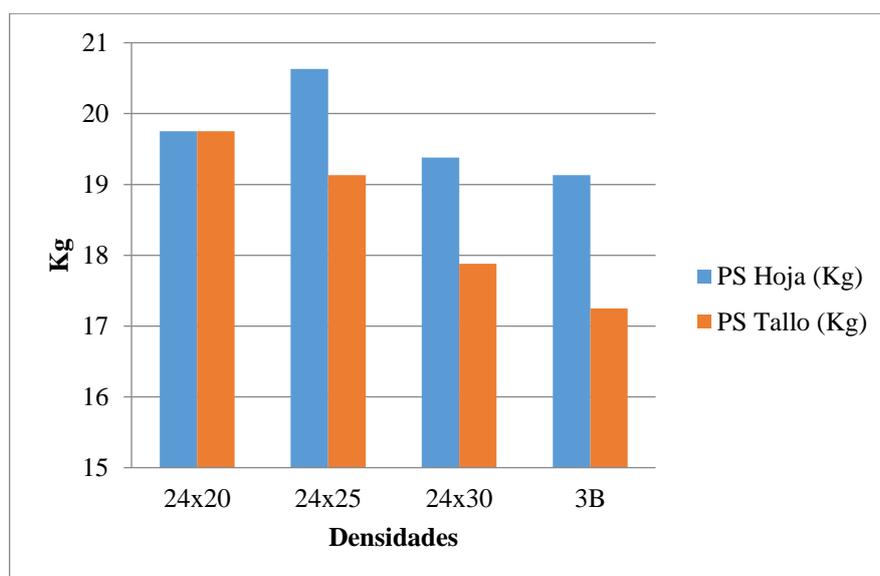


Figura 15: Peso Seco Hoja-Tallo

e. Peso Seco Hojas (al 8% de Humedad)

Luego del venteo, las hojas de las 16 mantas presentaron humedades diferentes, como se puede observar a continuación:

Tabla 9: Resultados de humedad de hojas de ensayo A

% Humedad de hojas	(post -	
venteo)		
	R1	15.1
24 x 20	R2	11.9
	R3	11.5
	R4	10.9
	R1	14.9
24 x 25	R2	10.3
	R3	10.5
	R4	13.2
	R1	12.5
24 x 30	R2	14.3
	R3	10.9
	R4	11.9
	R1	12.5
3Bolillo	R2	13.1
	R3	12.2
	R4	11.7

Se llevó el peso de las hojas de cada manta o repetición hasta una humedad de 8 %, la cual se considera óptima para el momento del empaque. Esto nos permitió comparar los tratamientos en forma más real, en condiciones homogéneas de porcentaje de humedad para cada una de las repeticiones.

Los resultados fueron los siguientes:

Peso Seco de Hojas (al 8 % de humedad)

Tabla 10: Resultados de peso seco de hojas promedio de ensayo A

Tratamiento	24x20	24x25	24x30	3B
Kg x Trat.	18.81	19.67	18.47	18.22
Ton x ha	2.85	2.98	2.8	2.76

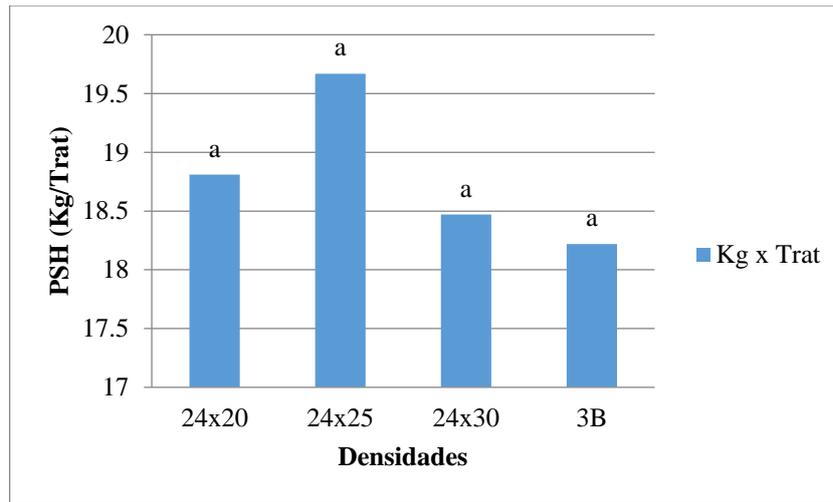


Figura 16: Peso Seco de Hojas (8 % de Humedad) PSH (Kg/Trat)

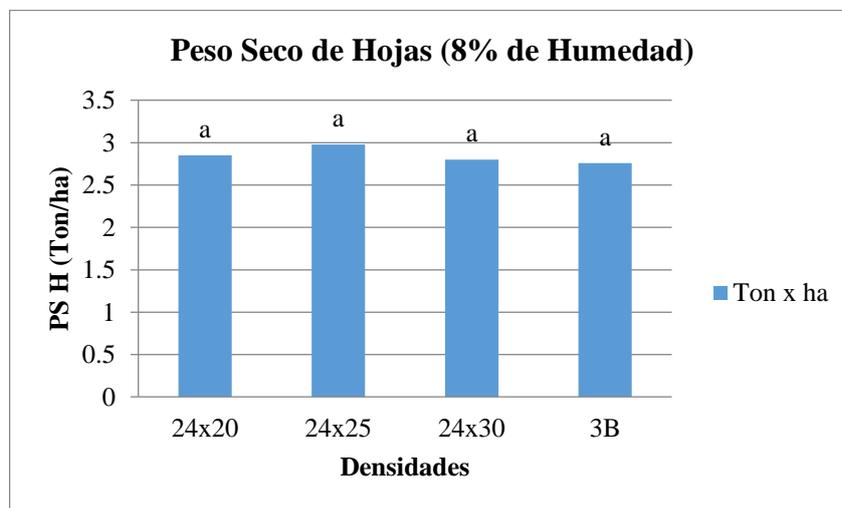


Figura 17: Peso Seco de Hojas (8 % de Humedad) PSH (Ton/ha)

Análisis Anova – Tukey:

Pesos de hoja seca al 8% de humedad:

Tabla 11: Resultados de pesos secos de hojas detallados de ensayo A

Repetición/ Tratamiento	24x20	24x25	24x30	3B
R1	19.38	18.50	18.55	17.12
R2	15.80	21.45	15.37	15.59
R3	18.76	17.02	20.82	20.52
R4	21.31	21.70	19.15	19.68

f. Rebaudiósido A

Tabla 12: Resultados de Rebaudiósido A de ensayo A

Tratamiento	24x20	24x25	24x30	3B
RebA %	7.41	7.84	7.52	7.15

g. Resumen de Resultados

Tabla 13: Resumen de resultados de ensayo A

Densidad (n° PI/ha)	136350	109080	90900	98447
Distanciamiento (cm)	24x20	24x25	24x30	24x27.7 (3B)
PF PI (Ton/ha)	26.5	25.9	23.71	24.3
PS H (Ton/ha)	2.99	3.12	2.94	2.9
PS T (Ton/ha)	2.99	2.9	2.71	2.61
Hoja/Tallo (PS)	1	1.08	1.08	1.11
PS H (Ton/ha) *8 % Hdad	2.85	2.98	2.8	2.76
Reb A	7.41	7.84	7.52	7.15

*PF=Peso Freso; PS=Peso Seco; PI=Plantas; H=Hojas; T=Tallos.

c. Discusión

El peso fresco de plantas disminuyó conforme a la densidad. El mayor rendimiento, 26.5 Ton/ha, se obtuvo con la densidad 24x20 cm, mientras que el menor fue de 23.71 Ton/ha, correspondiente al tratamiento 24X30 cm. Sin embargo, la prueba Anova-Tukey indica que no existen diferencias significativas entre los rendimientos de pesos frescos de planta.

El mayor rendimiento de hojas secas (al 8% de humedad) se obtuvo en el tratamiento 24x25 cm con 2.98 Ton/ha proyectadas. El menor peso fue de 2.76 Ton/ha proyectadas para el tratamiento de tresbolillo (3B). No existieron diferencias significativas entre los rendimientos de pesos secos de hojas de los distintos tratamientos.

El mayor peso de tallo seco se obtuvo con el tratamiento 24x20 cm, siendo 2.99 Ton/ha; mientras el peso menor fue de 2.61 Ton/ha, correspondiente al tratamiento 3B. Al compararse las medias de los tratamientos con la prueba Tukey, no existieron diferencias significativas entre los rendimientos de tallo seco.

El contenido de Rebaudiósido A fue similar para todos los tratamientos, variando de 7.2 a 7.8 %. No existen diferencias significativas entre los tratamientos cuando se compara el contenido de Rebaudiósido A.

La relación hoja/tallo en peso seco post-venteo fue de 1.0 para todos los tratamientos. Disminuir la densidad tendría grandes ventajas económicas para la empresa, ya que se podría ahorrar dinero en costo de plantines y siembra por hectárea. A continuación, se presenta una estimación del ahorro en soles por plantines/ha que se conseguiría con la reducción de densidades:

*Considerando S/. 0.20 el costo de producción y trasplante de plantín al campo.

Tabla 14: Ahorro por tratamiento de ensayo A

Distanciamiento (cm)	N ^a Pl x ha	Costo por plantín trasplantado (S/.)	Costo de siembra 1 ha (S/.)	Ahorro por ha (S/.)	Ahorro %
24 x 20	136,350	0.2	27270	0	0
24 x 25	109,080	0.2	21816	5454	20
24 x 30	90,900	0.2	18180	9090	33
3B	98,447	0.2	19690	7590	28

El avance de siembra, por consiguiente, se incrementaría, lo que nos permitiría acercarnos más rápidamente a las metas anuales establecidas.

*Considerando el avance de siembra por área en 0.7 ha/día.

Tabla 15: Avance de siembra por tratamiento de ensayo A

Distanciamiento (cm)	Avance de siembra actual x día	Nuevo avance siembra x día	Avance de siembra en 30 días útiles
24 x 20	0.7	0.7	21
24 x 25	0.7	0.84	25.2
24 x 30	0.7	0.93	27.93
3B	0.7	0.9	26.88

d. Consideraciones

Se recomienda evaluar los rendimientos de los cuatro tratamientos al segundo corte, para observar si se repiten los resultados. También se debe evaluar más detalladamente la incidencia y severidad de plagas y enfermedades en los distintos distanciamientos, para confirmar si el daño disminuye conforme a la densidad.

e. Conclusiones

Disminuir la densidad de 136,350 hasta 91,000 plantas por hectárea no altera el rendimiento de hojas secas. El área de Investigación y Desarrollo recomienda que ésta oscile entre las 100 000 a 105000 plantas por hectárea.

B. Ensayo: Determinación de curva de crecimiento (altura) y acumulación de Rebaudiósido A en hojas secas de *Stevia rebaudiana* Bertoni variedad Seb1-C.

a. Resumen

Se realizó una investigación para elaborar una curva de crecimiento de altura y acumulación de Rebaudiósido A para la variedad Seb1-C. La evaluación se llevó a cabo en el fundo FUNDAAM en el distrito de Calzada, provincia de Moyobamba de la región San Martín.

b. Metodología

Se tuvo una parcela de 0.5 ha sembradas con la variedad Seb1-C. A partir del día 39 después del trasplante se midió semanalmente la altura del cultivo y se tomaron muestras para analizar el contenido de Rebaudiósido A en laboratorio, utilizando un HPLC.

c. Resultados

1. Curva de Crecimiento (Altura vs Tiempo)

Tabla 16: Curva de crecimiento – ensayo B

Fecha	11- sep	18- sep	25- sep	3-Oct	10- Oct	16- Oct	23- Oct	31- Oct
DDT	39	46	53	61	68	74	81	89
Altura (cm)	19.77	26.03	31.17	40.2	50.17	62	65.5	73.04

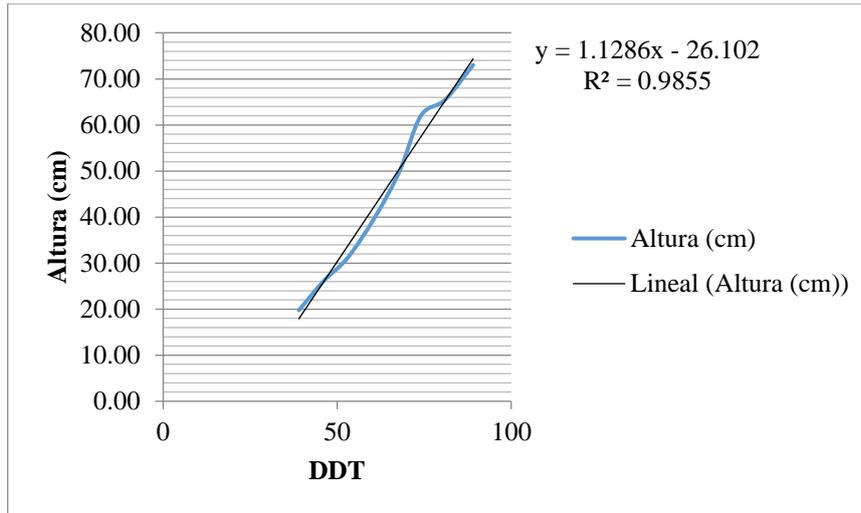


Figura 18: Altura vs Tiempo

2.- Curva de Rebaudiósido vs Tiempo

Tabla 17: Curva de Rebaudiósido vs tiempo – ensayo B

Fecha	11-sep	18-sep	25-sep	3-Oct	10-Oct	16-Oct	23-Oct	31-Oct
DDT	39	46	53	61	68	74	81	89
RebA %	4.7	4.27	5.15	5.63	6.73	6.37	7.62	7.48

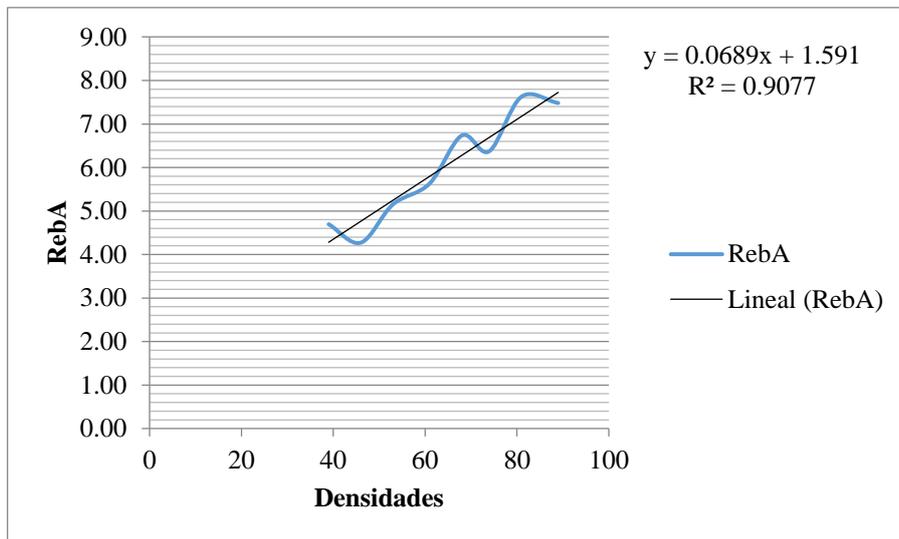


Figura 19: RebA

4.1. PROGRAMA DE DESARROLLO DE VARIEDADES

La empresa apostó por el desarrollo de nuevas variedades, con alto rendimiento en hoja seca y alto contenido de glicósidos de esteviol, principalmente Rebaudiósido A y Steviósido.

Se instalaron bancos de germoplasma en nuestros campos con una colección amplia de variedades comerciales existentes, a partir de las cuales se realizaron cruzamientos inter-varietales con selección individual dentro de progenies a través de selección masal. Por ejemplo, una de las primera variedades desarrolladas y registradas fue la variedad Seb1-C, que fue un cruce de la variedad criolla y Eirete.

La selección masal de los individuos resultantes de cruces se basaba en criterios de crecimiento (altura de planta), rendimiento (planta, hoja fresca y seca), y resistencia a enfermedades (principalmente manchas foliares). Por último, se llevaban muestras al HPLC para seleccionar aquellas con mayor contenido de glicósidos de esteviol (Rebaudiósido A y Steviósido).

Una vez seleccionados los individuos más prometedores se realizaba una propagación por tejidos in-vitro a partir de meristemas. Cuando se tenía una población considerable se volvía a medir las características mencionadas en campo.

Como última etapa, se procedía con la caracterización de las nuevas variedades con el objetivo de identificarlas y diferenciarlas entre sí.

1. Caracterización morfológica:

Se trabajaba como mínimo con 10 individuos de cada variedad.

1.1. Hábito de Crecimiento (arquitectura de planta).

1.2. Hoja:

1.2.1. Longitud.

1.2.2. Ancho.

1.2.3. Área foliar.

1.2.4. Color.

- 1.2.5. Pubescencia.
- 1.2.6. Dentadura del borde en la mitad superior de sus márgenes.
- 1.2.7. Forma de hoja.
- 1.2.8. Posición de la hoja en tallo principal.
- 1.3. Tallo:
 - 1.3.1. Número de nudos en tallo principal.
 - 1.3.2. Número de tallos verticales.
 - 1.3.3. Altura de planta.
 - 1.3.4. Color tallo.
 - 1.3.5. Diámetro de tallo principal.
 - 1.3.6. Longitud de entrenudos.
- 1.4. Flores:
 - 1.4.1. Color.
- 1.5. Fruto (Aquenio)
 - 1.5.1. Pappus del Aquenio.
 - 1.5.2. Longitud de aristas.
- 1.6. Semilla:
 - 1.6.1. Tamaño.
 - 1.6.2. Peso 1000 semillas (gramos).
 - 1.6.3. Color.

2. Caracterización agronómica:

La unidad experimental era una cama de 10 metros lineales como mínimo, con plantas propagadas, sembradas y manejadas bajo las mismas condiciones. Como mínimo, se trabaja con 4 repeticiones. Las características agronómicas eran las siguientes

- 2.1. Fenología
 - 2.1.1. Etapas fenológicas (días)
 - 2.1.2. Inicio de rebrote
- 2.2. Rendimiento:
 - 2.2.1. Rendimiento Hoja Fresca.
 - 2.2.2. Rendimiento Hoja Seca

- 2.2.3. Rendimiento Planta Fresca.
- 2.2.4. Rendimiento Planta Seca.
- 2.2.5. Relación Tallo Hoja.
- 2.3. Resistencia a enfermedades:
 - 2.3.1. Resistencia a manchas foliares.
 - 2.3.2. Resistencia a *Sclerotium sp.*
- 2.4. Contenido de SG en hoja seca
 - 2.4.1. % TSG.
 - 2.4.2. % Rebaudiósido A.
 - 2.4.3. % Steviósido.
 - 2.4.4. % Rebaudiósido C.
 - 2.4.5. % Rebaudiósido D.

La empresa pudo desarrollar 11 variedades de importancia comercial, de las cuales las más importantes fueron registradas debidamente ante INDECOPI. Una de ellas, llamada Marc, fue elegida para ser sembrada en todos los campos de la empresa por su alto contenido de azúcares, buen rendimiento en hoja seca, resistencia a manchas foliares y baja mortandad post-cosecha.

IV. CONCLUSIONES

- El cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una alternativa de producción en la zona del Alto Mayo por las siguientes ventajas: adaptabilidad a condiciones edafo-climáticas, alto rendimiento, potencial de industrialización, demanda insatisfecha de edulcorantes naturales de bajo aporte calórico, entre otros.
- El desarrollo de variedades de stevia fue una apuesta importante ya que permitió contar con una variedad adaptada a la zona con alto rendimiento de hoja seca y alto contenido de glicósidos de esteviol.
- Los principales retos del negocio de stevia se encuentran en la industrialización y comercialización de las moléculas edulcorantes de manera sostenida en la industria de alimentos y bebidas. Los retos agronómicos son: mantener rendimientos elevados de manera sostenida, control integrado de plagas y enfermedades, mecanización eficiente de siembra (trasplante) y cosecha, entre otros.
- La experiencia laboral en la empresa Stevia One Perú SAC fue muy positiva para mi desarrollo profesional, ya que me permitió conocer problemáticas de distintas áreas del proceso productivo en un cultivo nuevo del que no se tenía información previa para manejo intensivo. Para resolver dichos retos, tuve que reforzar mi formación teórica e investigar continuamente sobre manejo de cultivos y zonas edafo-climáticas similares. A su vez, tuve que diseñar e implementar ensayos experimentales con base estadística para elaborar protocolos de manejo validados para nuestras condiciones y variedades.

V. RECOMENDACIONES

- El área de investigación y desarrollo (I+D) es muy importante para desarrollar paquetes de manejo tecnológico de nuevos cultivos, elaborando y validando protocolos en todas las áreas productivas a través de ensayos experimentales con base estadística.
- Estandarizar los protocolos de manejo, trabajando con indicadores, para permitir identificar oportunidades de mejora.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- BBC News Mundo. (13 de julio del 2013). La stevia, ¿demasiado buena para ser verdad?
Recuperado de
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130717_salud_nutricion_stevia_finde_gtg.
- Carrascal, R. (2013). Manual de cultivo de la Stevia para agricultores. Asociación Española de Stevia Rebaudiana.
- Duran, S.; Rodríguez, M.; Cordon, K. y Record, J. (2012). Estevia (*Stevia rebaudiana*) edulcorante natural y no calórico. Santiago, Chile. Rev Chilena de Nutrición Vol. 39 No 4.
- El Peruano. (05 de agosto del 2020). Perú se consolida como importante abastecedor de alimentos. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia/100694-peru-se-consolida-como-importante-abastecedor-mundial-de-alimentos>.
- Espitia, M.; Montoya, R. y Atencio, L. (2009). Rendimiento de Stevia rebaudiana Bert. Bajo tres arreglos poblacionales en el Sinú Medio. Revista U.D.C.A. Actualidad & divulgación científica 12 (1): pp. 151 – 161
- Fakhrul, R.; Norrizah, J.; Jaapar, S. y Noor, S. (2014). The effect of potassium concentrations on the growth and development of stevia and production of Stevioside and Rebaudioside A. Malaysia. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture February 2014 pp 42 - 51.
- Geuns, J. (2007). Estevia y glicósidos de esteviol. Propiedades, técnicas, usos, exposición, toxicología, efectos farmacológicos Bélgica: Euprint. 15 pp.

- Hossain, F.; Islam, M.T.; Islam, M.A. y Akhtar, S. (2017). Cultivation and uses of stevia, a review. *African Journal of food, agriculture, nutrition and development* Vol 17 N^o 4.
- Inugraha, I.; Maghfoer, D. & Widaryanto, E. (2014). Response of stevia to nitrogen and potassium fertilization. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* Vol 7 pp 47 – 55.
- Jarma, A.; Aramendiz, H. y Cleves, A. (2011). Estabilidad fenotípica y densidades de planta de genotipos de estevia (*Stevia rebaudiana* Bert). En la región Caribe de Colombia. *Acta Agronómica* 60 (2) pp. 165 - 175.
- Kinghorn, D. (2002). *Stevia, the genus Stevia*. New York. Taylor & Francis.
- Landazuri, P. y Trigerero, J. (2009). *Stevia rebaudiana*, una planta medicinal. Salgonquí, Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército.
- Martinez, M. (2015). *Stevia rebaudiana* (Bert) Bertoni. Una revisión. La Habana, Cuba. *Cultivos tropicales*, vol. 36, pp. 5 -15.
- Millan, E.; Pachecho, W. y Morales, J. (2012). Estudio económico para la producción y comercialización de hoja de Stevia en Córdoba, Colombia. *Orinoquia*, vol 16 N^o 2. Universidad de Los Llanos.
- Pedrosa, E.; Nunes, E.; Aparecida, T. (1992). Desempenho de culturas de stevia transplantadas com diferentes densidades de plantio e espacamentos duplos. *Pesquisa agropecuaria brasileira* 27(9): 1273-1282
- Reis, M.; Coelho, L.; Santos, G.; Kienle, U. y Beltrao, J. (2015). Yield response of stevia to the salinity of irrigation water. *Agricultural water management* 152 pp. 217-221.
- OMS. (01 de abril del 2020). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.

OMS. (08 de junio del 2020). Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.

Rojas, S. (2009). Stevia, edulcorante orgánico del siglo XXI. Lima. Editorial de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Soto, M. (2018). Descripción del cultivo de Stevia en la irrigación de Santa Rita de Siguan. Arequipa. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

ZENITH International. (2016). Global Stevia Market. Recuperado de <https://www.zenithglobal.com/market-insights/reports/global-stevia-market-report>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Resultados de prueba estadística Anova – Tukey de Ensayo A

Ensayo A: Efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de hoja seca y acumulación de esteviol glicósidos en cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

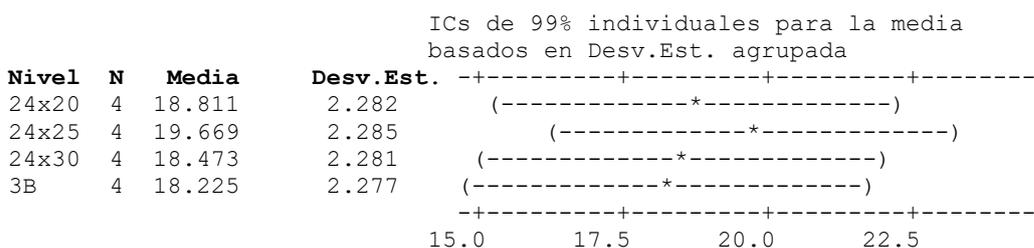
ANOVA

ANOVA unidireccional: 24x20, 24x25, 24x30, 3B

Tabla 18: ANOVA Ensayo A

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Factor	3	4.77	1.59	0.31	0.821
Error	12	62.44	5.2		
Total	15	67.21			

S = 2.281 R-cuad. = 7.10% R-cuad. (ajustado) = 0.00%



Desv.Est. agrupada = 2.281

Agrupando información utilizando el método de **Tukey:**

Tabla 19: Análisis Tukey – ensayo A

	N	Media	Agrupación
24 x 25	4	19.669	A
24 x 20	4	18.811	A
24 x 30	4	18.473	A
3B	4	18.225	A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%.
Todas las comparaciones en parejas.

Nivel de confianza individual = 98.83%

Anexo 2: Protocolo de colecta de esquejes de plantación madre o comercial de *Stevia rebaudiana* Bertoni

1. OBJETIVO

- 1.1. La colecta de un lote de campo, sea plantación madre o comercial, tiene como objetivo seleccionar esquejes de calidad que aseguren un adecuado enraizamiento de los plantines.

2. TÉRMINOS CLAVE

- 2.1. Esqueje: Rama o retoño de una planta que se utiliza como semilla botánica para convertirse en un plantín enraizado.
- 2.2. Lote esquejero: Lote de campo de plantación madre o comercial que se utiliza como banco esquejero.
- 2.3. Colecta de esquejes: Actividad que consiste en cortar o extraer esquejes de campo para ser llevadas al área de siembra de vivero.

3. RESPONSABILIDADES DE LA ACTIVIDAD CRÍTICA

- 3.1. (L) Liderado por: El Responsable y dueño de esta actividad es el Jefe de Vivero.
- 3.2. (E) Ejecutado por: Técnico de vivero, Sembradoras.
- 3.3. (C) Se coordina con: Jefe de Fundo, Supervisor de Control Fitosanitario.
- 3.4. (R) Se reporta a: Jefe de Vivero, Gerente de Operaciones.
- 3.5. (A) Auditado por: Sub Gerente Mejora Continua.

4. NORMAS Y POLÍTICAS

- 4.1. El Horario recomendado para la colecta de esquejes es de 6:00 a 9:30 am.
- 4.2. Los lotes esquejeros deberán ser seleccionados y autorizados por el Jefe de Fundo y el Jefe de Vivero, quienes llenarán y firmarán una ficha previa evaluación en campo.

(Ver anexo).

- 4.3. Para ingresar al lote esquejero el personal deberá desinfectarse las manos, el calzado, y los materiales de propagación de acuerdo al procedimiento de “sanitización de personal, herramientas y maquinaria de campo “SAC-SAC-PR01”.
- 4.4. Se deben cumplir con todas las disposiciones del Reglamento Interno del Trabajo y del Reglamento de SST de Stevia One.

5. DESARROLLO DEL PROCESO

5.1. Selección de Lote esquejero: estará a cargo del técnico o jefe de vivero, quien evaluará las condiciones del lote uno o dos días antes de la actividad, llenando la “Ficha de evaluación del Lote esquejero” (Ver anexo). Esta ficha deberá ser firmada por el Jefe de Fundo quien autorizará el ingreso a campo.

En la ficha se llenará la siguiente información:

- Código de Lote, variedad, número de ciclo, edad del lote (de preferencia 35 a 65 días después del corte).
- Grado sanitario de plagas y enfermedades de acuerdo a última evaluación sanitaria.
- Se observará si el lote cuenta con plan de fertirriego al día, así como presencia de malezas, floración o problemas de drenaje.
- Preferentemente, se identificará la ubicación interna del lote en donde se va a colectar. En campo, deberán colocarse banderas azules en el área de colecta de esqueje.

5.2. Selección de esquejes: Las características de un esqueje de calidad son:

- Longitud: 11 a 12 cm de longitud.
- Grosor: 2 a 5 mm.
- Ausencia de manchas foliares y plagas.
- Tallo no lignificado.
- Ausencia de yema axilar desarrollada.



5.3. Colecta de esquejes:

- Se cortarán de 5 a 8 esquejes con una tijera de mano.
- Se eliminarán las hojas de los dos nudos basales, las cuales se depositarán en un balde de plástico.
- Realizar un corte basal en el tallo de los esquejes para uniformizar el tamaño (entre 11 a 12 cm de longitud).
- Verificar la uniformidad de los esquejes. Colocarlos en la cesta dejándolos listo para su transporte.
- Las tijeras de propagación se desinfectarán cada 3 metros de cama con solución desinfectante de Vodigen a 3.3 ml/L.
- Eliminar aquellos esquejes que presenten manchas foliares, daños por insectos o daño mecánico propio de la colecta. Depositar los esquejes descartados en el balde plástico.
- Los esquejes se colectarán en cestas de plástico que tengan una adecuada ventilación y serán transportados al área de siembra de vivero.
- El Técnico de vivero realizará el control de calidad de los esquejes para asegurar una buena selección. (Ver en Anexo el “Instructivo de muestreo y evaluación de esquejes”).



- 5.4. En caso de detectarse un foco de plantas con plagas o enfermedades, el personal informará al técnico de Vivero, debiendo retirarse dos metros hacia delante para continuar su labor.
- 5.5. Al finalizar la jornada de trabajo los materiales, herramientas y Epp's deberán guardarse limpios.

6. CONTROLES DE SEGURIDAD

- 6.1. Participar en la charla de 5 minutos antes de ingresar al lote donante de esquejes.
- 6.2. Informar de cualquier malestar de salud al Técnico de vivero.
- 6.3. Bajar y subir con mucho cuidado al carro de transporte de personal con la debida autorización del Chofer.
- 6.4. No beber agua de recipientes o lugares no autorizados. No consumir alimentos.
- 6.5. Para ingresar al lote esquejero se deberá usar en forma obligatoria ropa de campo adecuada (botas, camisa manga larga, pantalón y gorra o sombrero). Usar capota de plástico en presencia de lluvia.
- 6.6. Realizar inspección de 10 metros lineales con una vara de madera antes de coleccionar esquejes, para verificar que el área está libre de serpientes.
- 6.7. No correr. No saltar los drenes.

7. MEDICIÓN DE DESEMPEÑO

7.1. Medidas de proceso:

- 7.1.1. Horas de esquejeo (Tiempo entre entrada y salida del campo).
- 7.1.2. Cantidad de Jornales.

7.2. Medidas de salida:

- 7.2.1. % de calidad de esquejes.

8. HERRAMIENTAS DEL PROCESO

- 8.1. Checklist de inspección de control de calidad de esquejes en la Colecta. (Revisar).
Pegar ficha de lote esquejero como anexo + instructivo de muestreo y evaluación de esquejes.