

# VACU

## SISTEMA DE TERMO VACÍO PARA LA INDUSTRIA DE FRUTOS SECOS

Memoria para optar al título de Diseñador, mención Diseño de Productos

Autor: Carlos Montecino

Profesor Guía: Javier Lorca

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022



Escuela de Diseño

# **SISTEMA DE TERMO VACÍO PARA LA INDUSTRIA DE FRUTOS SECOS**

Memoria para optar al título de:

**DISEÑADOR MENCIÓN DISEÑO DE PRODUCTOS**  
**CARLOS ANDRÉS MONTECINO CEBALLOS**

**PROFESORES:**

Javier Lorca

Jorge Cartes

Raimundo Hamilton

Luz María González

Gonzalo Muñoz

John Chalmers

Alejandro Lobos

Alejandro Olea

Talca, Chile

Año 2020

# AGRADECIMIENTOS

*When you walk through a storm  
Hold your head up high  
And don't be afraid of the dark*

*At the end of a storm  
There's a golden sky  
And the sweet silver song of a lark*

*Walk on through the wind  
Walk on through the rain  
Though your dreams be tossed and blown*

*Walk on, walk on  
With hope in your heart  
And you'll never walk alone*

**Para mi madre.  
Para mi padre.  
Para mi hermano.**



## Autorización para la publicación de Memorias de Pregrado y Tesis de Postgrado.

Yo, Carlos Andrés Montecino Ceballos, cédula de identidad N° 18.891.115-3, autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, autorizo a la Universidad de Talca para publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis	Sistema de termo vacío para la industria de frutos secos
Unidad Académica	Escuela de Diseño
Carrera o Programa	Diseño de Productos
Título y/o grado al que se opta	Diseñador, Mención en Diseño de Productos
Nota de calificación	6.4

Firma de Alumno:	
Rut: 18.891.115-3	



# ÍNDICE

## 1. Área de investigación

1.1. Historia del cultivo.....	10
1.2. Origen y distribución geográfica.....	11
1.3. Características morfológicas y biológicas.....	12
1.4 Hábito de crecimiento.....	13
1.5 Vigor del árbol.....	13
1.6 Hojas.....	14
1.7 Órganos florales.....	15
1.7.1 Floración.....	16
1.7.2 Polinización y fecundación.....	16
1.7.3 Morfología del involucre.....	18
1.7.4 Desarrollo del fruto.....	19
1.7.5 Fruto.....	20
1.8 Elección del sitio de plantación.....	21
1.8.1 Factores climáticos: temperatura.....	22
1.8.2 Vientos.....	23
1.8.3 Luminosidad.....	24
1.8.4 Altitud y latitud.....	24
1.8.5 Distribución de lluvias.....	25
1.8.6 Suelo.....	26
1.8.7 Análisis de suelo.....	27
1.8.8 Análisis químico.....	27
1.8.9 Análisis físicos.....	28
1.8.10 Análisis fitopatológico.....	28
1.8.11 Preparación del suelo para la plantación.....	29
1.8.12 Laboreo profundo.....	30
1.8.13 Fertilización de pre- plantación.....	31
1.8.14 Labores de suelo.....	32
1.8.15 Manejo de los árboles con anterioridad a la plantación.....	32
1.8.16 Época de plantación.....	33
1.8.17 Plantación.....	34
1.8.18 Densidad de plantación.....	35
1.8.19 Marco de plantación.....	36
1.8.20 Evolución de los marcos de plantación.....	37
1.8.21 Trazado de plantación.....	38
1.8.22 Distribución espacial de los cultivares polinizadores en el huerto.....	39
1.9 Variedades.....	41
1.9.1 Barcelona.....	41

1.9.2 Tonda di Giffoni.....	43
1.9.3 Tonda Gentile delle Langhe (TGL).....	44
1.10 Principios nutricionales.....	45
1.11 Utilización y transformación industrial.....	47
1.12 Contexto comercial mundial.....	48
1.12.1 Contexto comercial nacional.....	49
1.12.2 Contexto comercial regional.....	50
1.13 Conclusiones.....	51

## 2. Contexto de estudio

2.1 Línea de trabajo.....	53
2.2 Cosecha.....	54
2.3 Proceso.....	57
2.3.1 Limpieza y secado.....	57
2.3.2 Descascarado.....	58
2.3.3 Selección.....	59
2.4 Clasificación de productores.....	60
2.5 Conclusiones.....	62

## 3. Definición del problema

3.1.1 Escenario del proyecto: Agrichile.....	64
3.1.2 Escenario del proyecto: El secado.....	66
3.2 Potenciales Usuario.....	68
3.3 Definición del problema.....	69
3.4 Impactos del problema.....	70
3.5 Objetivos del proyecto.....	71
3.6 Oportunidad de Diseño.....	72
3.7 Factores de diseño.....	73
3.8 Requerimientos de diseño.....	74
3.9 Conclusiones.....	75

# ÍNDICE

## 4. Análisis de mercado

4.1 Análisis de referentes.....	
4.2 Análisis del estado del arte.....	
4.3 Conclusiones.....	77
	80
	82

## 5. Planteamiento de la solución

5.1 Solución.....	84
5.2 Hipótesis .....	86
5.3 Diagrama de Checkland.....	87
5.4 Antecedentes Conceptuales.....	89
5.5 Concepto.....	90
5.6 Análisis de Referentes.....	91
5.7 Evolución Propuesta Formal .....	92
5.8 Propuesta Formal Final .....	94
5.9 Características .....	95
5.10 Usabilidad .....	97
5.11 Aspectos Técnicos de Uso.....	99
5.12 Materialidad.....	100
5.13 Especificaciones Técnicas .....	101
5.14 Planimetría .....	103
5.15 Componentes .....	104
5.16 Plan Económico .....	105
5.17 Mejoras a Futuro.....	106

## 6. Anexos

6.1 Entrevista.....	108
---------------------	-----

## 7. Conclusiones Finales

## 8. Bibliografía



# INTRODUCCIÓN

El avellano europeo (*Corylus avellana* L.) es una nueva alternativa productiva en la actualidad para productores e inversionistas en la zona centro sur y sur de Chile, con fuertes incrementos de superficie plantada desde las regiones del Maule a Los Lagos. La mayor superficie establecida y crecimiento del rubro se encuentra en la zona centro sur, debido a sus mejores condiciones climáticas que han permitido expresar un mayor potencial productivo. En consonancia con lo anterior, esta especie frutal es de gran relevancia para el sur del país, siendo un rubro clave para el desarrollo económico y social de las regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Es por este auge que decidí indagar un poco mas allá sobre este fruto tanpreciado hoy en día y también verificar, si así como es una gran fuente económica para la zona, es también una gran área dentro de la agroindustria para la integración del diseño.





# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO 01

# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 HISTORIA DEL CULTIVO

El avellano es una de las principales especies arbóreas que han colonizado la tierra luego de la última glaciación. Actualmente está presente en la mayoría de las zonas templadas del hemisferio boreal, en Japón, China, Manchuria, Tíbet, Cáucaso, Europa y norte de América.

El avellano ha sido uno de los principales frutales utilizados desde tiempos prehistóricos y cultivado por el hombre para satisfacer sus necesidades alimentarias. El lugar y tiempo de su domesticación no es conocido, sin embargo existen antecedentes que era cultivado por los romanos para su consumo.

Este último tiempo, producto de programas de mejoramiento genético en algunos países europeos, y especialmente en Estados Unidos, se han licenciado nuevas variedades, muchas de ellas aún en etapa de evaluación, especialmente aquellas más recientes en Chile.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La especie *Corylus avellana* L. es originaria de la Mesopotamia, área geográfica del actual Irán, Irak y Turquía y su distribución es también desde las costas del Atlántico de Europa a Noruega.

El límite norte de su distribución incluye las islas Británicas, Escandinavia y regiones del norte de la Federación Rusa.

Los límites del norte están en las montañas de los Urales y su límite sur incluye España, Marruecos y Algeria. En el oeste, Italia, Croacia, Serbia, Grecia y Turquía y en el noroeste de Irán y Transcaucasia donde crece como arbusto asociado a otras especies forestales como arce, abedul y roble.

Su presencia es mayor en áreas con clima moderado y se encuentra difundido en la cuenca del Mediterráneo, Estados Unidos (Estado de Oregon) y más recientemente en Oceanía y América del Sur, particularmente en las zonas centro sur y sur de Chile.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y BIOLÓGICAS

El avellano europeo, género *Corylus*, pertenece a la familia de las Betulaceae orden de las Fagales. Todas las especies son monoicas y polinizadas en invierno a través del viento. Los taxonomistas han descrito alrededor de una quincena de especies diferentes. La mayoría de las variedades de avellano pertenecen a la especie *Corylus avellana* L., y se encuentran difundidas por Europa, Asia Menor, el Cáucaso y los Urales como ya se indicó.

El avellano europeo es un árbol con crecimiento tipo arbustivo, con ramas de color marrón claro grisáceo que nacen en forma alternada e inserta sobre un plano respecto al eje principal.

El árbol en pleno desarrollo, dependiendo de la variedad, alcanza una altura de 3-4 metros con crecimiento arbustivo. Sin embargo, conducido en un solo eje puede alcanzar 4-6 metros de altura, particularmente en variedades vigorosas como Barcelona y otras, como ocurre en plantaciones en Estados Unidos, países europeos y en Chile.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.4 HÁBITO DE CRECIMIENTO

La tipología del árbol del avellano europeo es diversa, existiendo los siguientes hábitos de crecimiento: muy erecto (Daviana); erecto (Butler, San Giovanni, Pautet, Segorbe); semi erecto (Tonda di Giffoni, Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Romana, Negret, Ennis); expandido (Morel, Tombul); caído-péndulo (Imperiale di Trebizonda, Palaz, Corylus avellana var. péndula) y torcido (Corylus avellana var. Contorta).

## 1.5 VIGOR DEL ÁRBOL

El vigor de los árboles es un factor de tipo genético y por tanto variable entre las diferentes variedades. Los grados de vigor en avellano europeo son: muy bajo (Imperiale di Trebizonda, 101, Rojo); bajo (Negret, Tombul, Tonda Gentile Romana); intermedio (Tonda di Giffoni, Tonda Gentile delle Langhe, Ennis); alto (Nocchione, Pautet) y muy alto (Butler, San Giovanni, Segorbe, Barcelona).

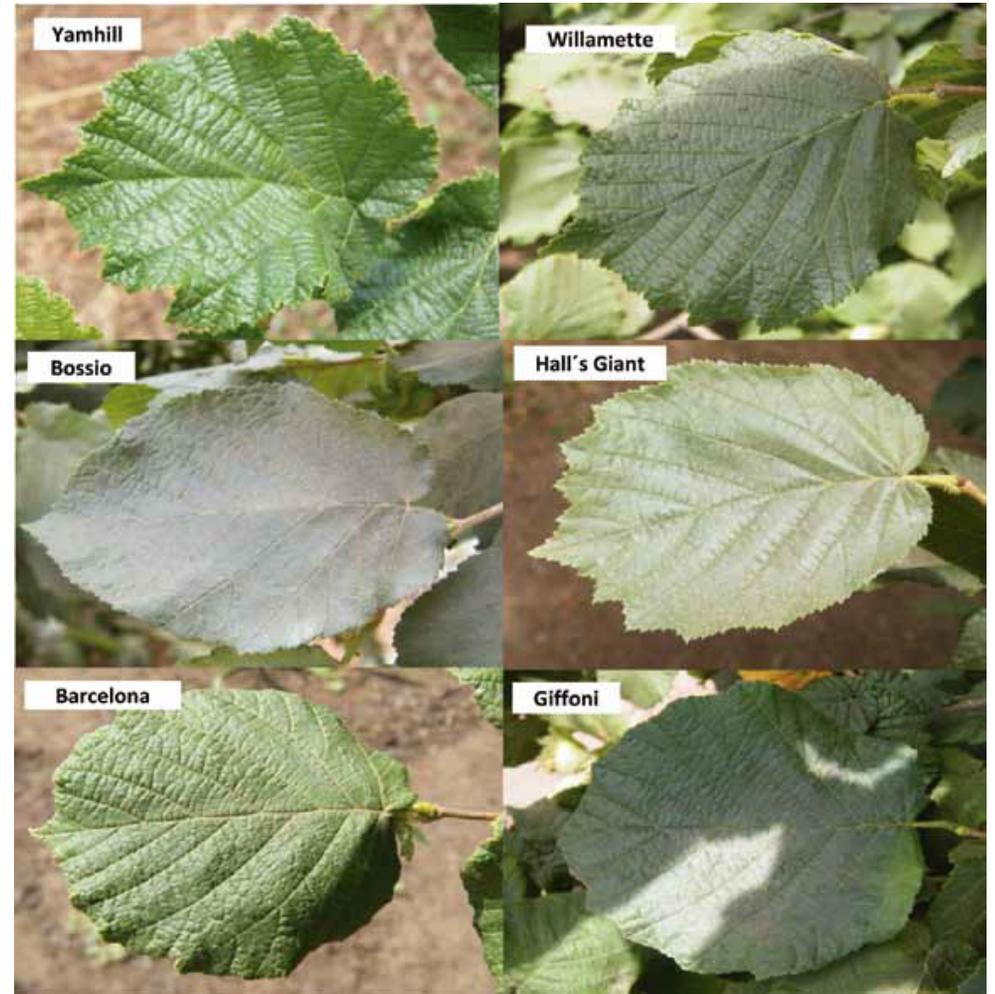


# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.6 HOJAS

Las hojas tienen gran importancia en la actividad vegetativa y en la reproductiva de los árboles debido a sus procesos fisiológicos (transpiración, respiración, fotosíntesis, elaboración de fitoreguladores, otros) que en ellas ocurre.

En todos sus tejidos las hojas presentan un pigmento de color verde denominado clorofila que permite la fotosíntesis, es decir, la función en que el anhídrido carbónico presente en el aire sea transformado en hidratos de carbono. Además, en la hoja se producen las principales transformaciones de los compuestos químicos alimentarios.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.7 ÓRGANOS FLORALES

El avellano europeo es una especie monoica, es decir en el mismo árbol tiene flores masculinas y femeninas agrupadas cada una de ellas en inflorescencias. No obstante, presenta autoesterilidad y dicogamia (separación temporal en la maduración de los sexos dentro de la misma flor), con falta de sincronización entre la liberación del polen desde los amentos (flores masculinas) y la receptividad del estigma (flor femenina) en la misma variedad.

La autoesterilidad hace estrictamente necesaria la asociación con variedades polinizadoras para lograr rendimientos satisfactorios. Por ello, se deben establecer en un mismo huerto diversas variedades genéticamente compatibles con la variedad principal y que florezcan de manera simultánea.

MASCULINA



FEMENINA

# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.7.1 FLORACIÓN

El reposo invernal de las flores del avellano europeo comienza en marzo y tiene una duración de 2,3 o 4 meses, dependiendo de la variedad. Estos órganos pueden evolucionar de nuevo e iniciar la floración si ocurre un período de frío. En general, las necesidades de frío oscilan entre 350-600 horas de frío (temperaturas inferiores a 7°C) para las flores masculinas y entre 600-800 horas de frío para las femeninas. Las floraciones dentro de un mismo árbol ocurren paulatinamente.

La cantidad de flores masculinas y femeninas está relacionada con los siguientes factores: genotipo, longitud de brotes de un año mayor a 15 cm, buena penetración de luz (marco de plantación, poda de producción), mínimo daño en las hojas por plagas, enfermedades, estrés ambiental y buen estado nutricional.



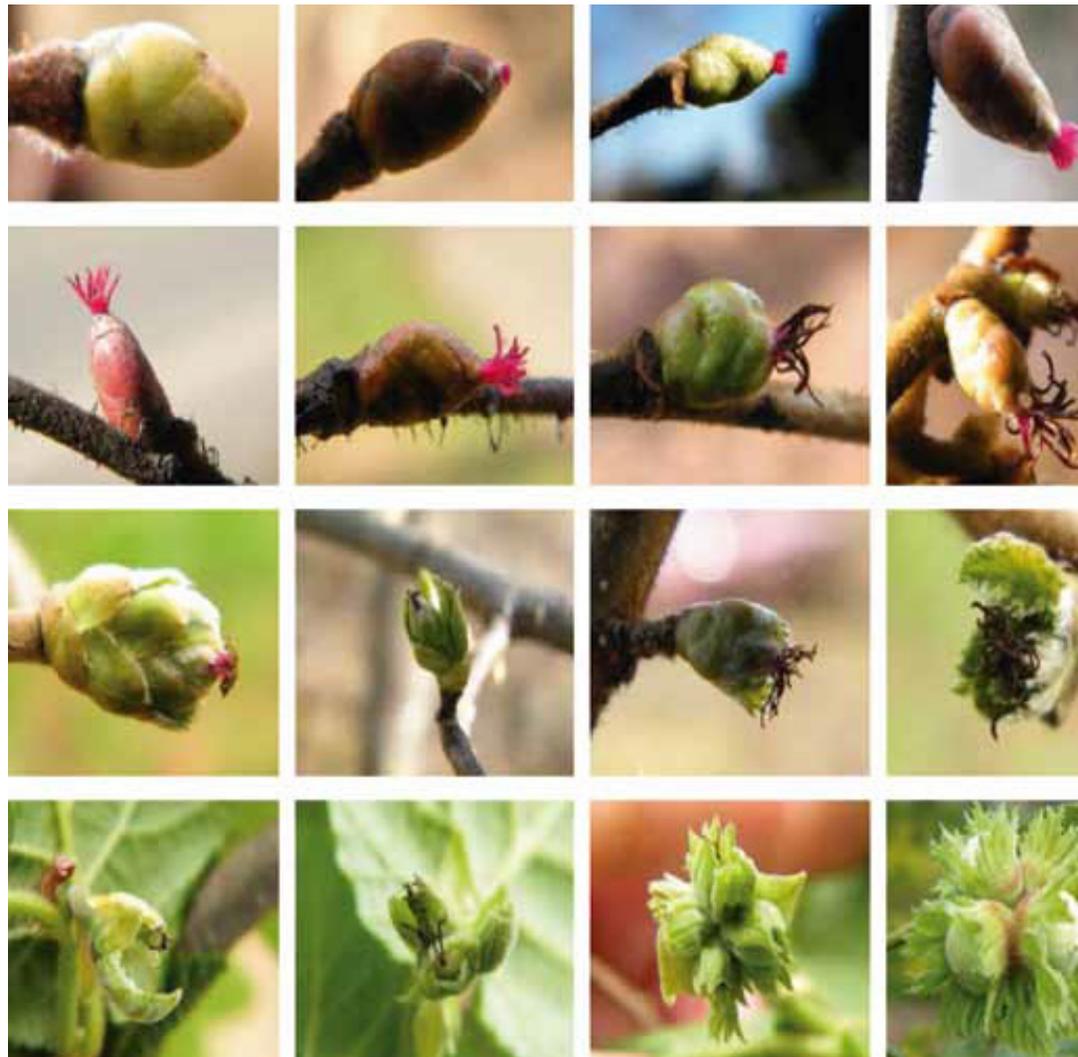
## 1.7.2 POLINIZACIÓN Y FECUNDACIÓN

Se denomina polinización al proceso de transporte o movilización del polen desde las anteras de las flores masculinas a los estigmas de las flores femeninas, al momento de la antesis (plena floración). El polen del avellano europeo, se caracteriza por ser de tamaño pequeño y muy liviano, facilitando su transporte a grandes distancias a través del viento (polinización anemófila).

Este proceso ocurre en invierno, durante un período en que las condiciones ambientales no son muy favorables para el desarrollo biológico de este proceso. No obstante, el avellano está muy bien adaptado para realizarlo ya que este cultivo presenta gran resistencia al frío, en particular de las flores femeninas que pueden soportar hasta -10°C sin afectarse, mientras que las flores masculinas pueden tolerar hasta -16°C cuando se encuentran en desarrollo y hasta -7°C durante plena floración.

Condiciones ambientales como: vientos frecuentes, inexistencia de nieblas y lluvias, tiempo seco, días serenos y temperaturas suaves después de la polinización favorecen este proceso.

# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

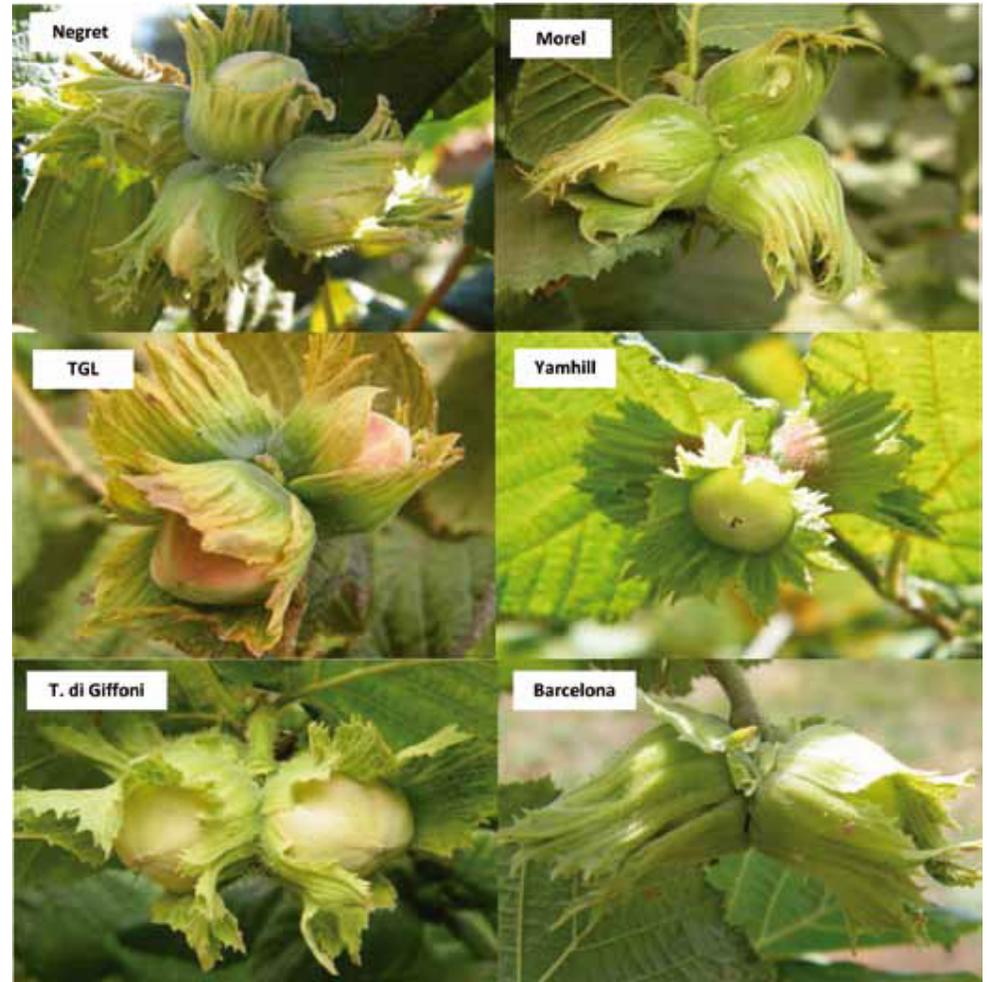


# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.7.3 MORFOLOGÍA DEL INVOLUCRO

Las variedades de avellano europeo muestran diferencias en la morfología de sus involucros (conjunto de brácteas colocadas en la base de una flor abrazándola o envolviendo) permitiendo identificar las distintas variedades.

Los involucros de color verde que contienen las avellanas están compuestos por una o dos hojas cilíndricas. Dependiendo de las especies y variedades, los involucros cubren completamente o parcialmente los frutos. Los involucros de las variedades de países europeos y Estados Unidos como Barcelona, Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Romana, Tonda di Giffoni son abiertos y cortos con tamaños similares a los frutos. A la maduración los involucros se abren y permiten la caída de los frutos al suelo. Este carácter permite la cosecha mecanizada de las avellanas desde el suelo, a diferencia de las variedades turcas, cuya cosecha se realiza manualmente.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.7.4 DESARROLLO DEL FRUTO

Luego de la fecundación, los frutos crecen rápidamente alcanzando en el transcurso de un mes su tamaño definitivo. El crecimiento y la lignificación de la cáscara (proceso mediante el cual un tejido vegetal se impregna de lignina, o sea, de madera.) ocurren entre fines de enero y principios de febrero.

Posteriormente, el embrión evoluciona con rapidez, logrando su volumen definitivo en aproximadamente 2 a 3 semanas, entre mediados de febrero y principios de marzo, dependiendo de la variedad. Inicialmente, los tejidos son ricos en agua, el incremento de materia seca es gradual y constante hasta la cosecha. Los frutos maduros caen desprendiéndose del involucreo y están constituidos por 50-60% de cáscara y 39-50% de semilla, dependiendo de la variedad y de los manejos culturales.

La avellana presenta una curva de crecimiento y tres diferentes períodos de desarrollo, tanto en los frutos como en las semillas. El primero se produce a partir de la fecundación, con una duración aproximada de 4-5 semanas; un segundo estado desde la 5ª a la semana 12, y el tercero desde la semana 14 hasta su completo desarrollo.



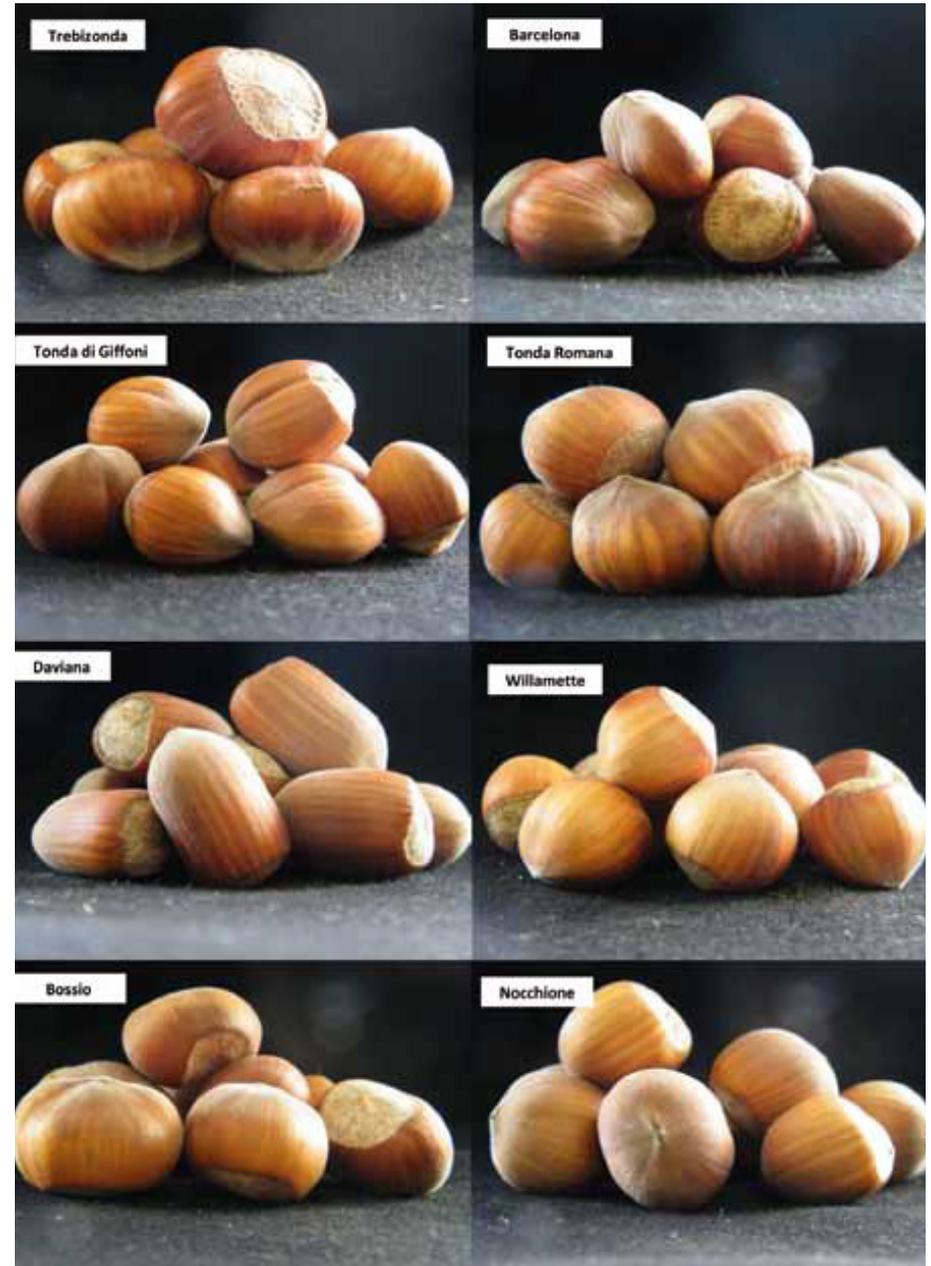
# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.7.5 FRUTO

El fruto del avellano corresponde a un aquenio globoso-ovoide, cuyo interior contiene una semilla comestible rica en aceite y otros compuestos como vitaminas, proteínas, fibra, polifenoles, minerales, entre otros. Dichos frutos están rodeados por un involucro foliáceo de tipo dentado como ya se ha indicado. Las formas son diversas, dependiendo de la variedad que sean.

## FORMAS

- **Aplanada** (variedad Imperiale di Trebizonda)
- **Globular** (Barcelona, Tonda di Giffoni, Tonda Romana)
- **Cónica** (variedad Tombul, Merveille de Bollwiller)
- **Ovoide** (variedades Daviana, Negret, Morell, Pauetet)
- **Subcilíndrica corta** (Butler, Mortarella, San Giovanni)
- **Subcilíndrica larga** (variedades Cosford, Du Chilly).



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8 ELECCIÓN DEL SITIO DE PLANTACIÓN.

La factibilidad de obtener avellanas de alta calidad y producciones económicamente viables depende del ambiente o entorno donde se ubica el huerto, conformado tanto por clima como suelo. Cuando estos factores presentan condiciones favorables para la especie, los árboles pueden expresar su óptimo potencial o capacidad productiva.

La elección del entorno adecuado para la plantación de huertos de avellano es primordial a objeto que el “ecosistema-huerto” que se establece en un determinado sitio o lugar tenga el mínimo posible de recursos extra prediales para lograr cosechas de calidad, económicamente aceptables. Cabe señalar que los factores ambientales son escasamente modificables, en particular el clima. Por lo anterior, es fundamental disponer de información del sitio de plantación, con antelación al establecimiento del cultivo, con el fin de tener condiciones adecuadas para lograr rendimientos económicos.

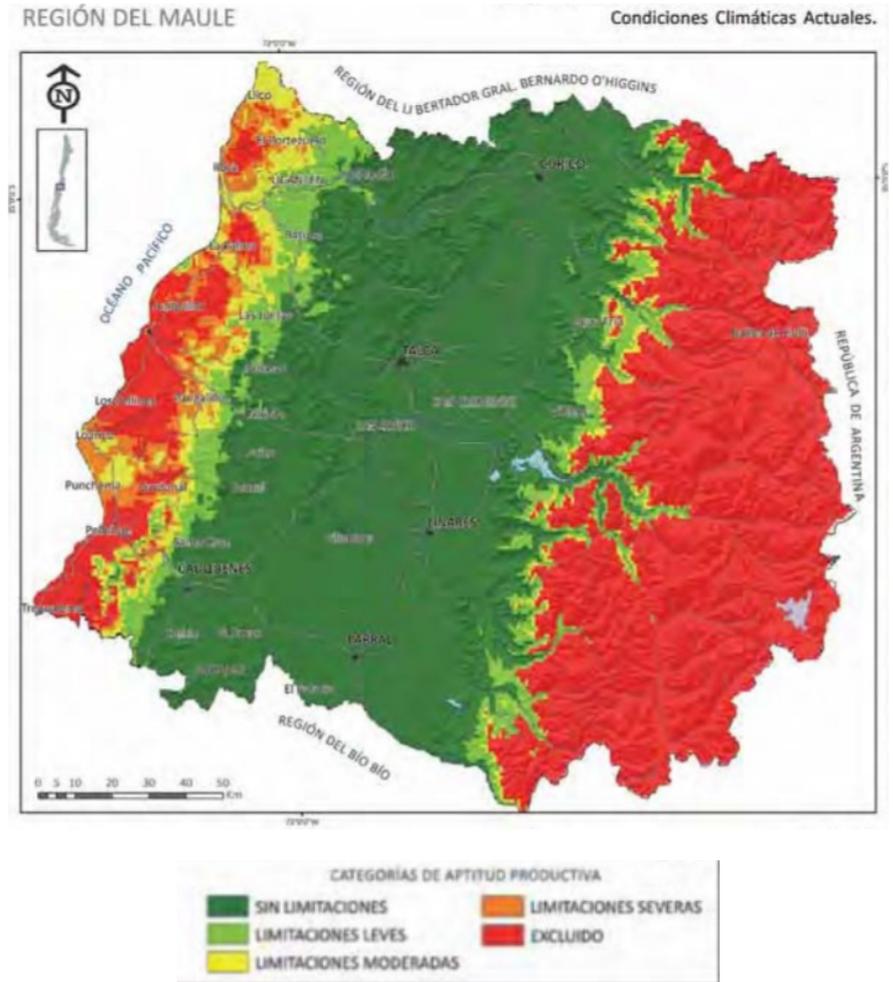


# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.1 FACTORES CLIMÁTICOS: TEMPERATURA

El avellano europeo presenta en general una amplia adaptabilidad a las distintas condiciones climáticas, existiendo no obstante diferencias importantes en las diferentes variedades según su origen. Sin embargo, el ambiente óptimo corresponde a aquellas localidades con temperaturas medias anuales entre 12 y 16°C, en las cuales se cumplen las exigencias en frío de las yemas vegetativas con 700-1.200 horas (inferiores a 7°C), que para yemas mixtas con 700 horas y de yemas que dan origen a los amentos (flores masculinas) con 500 horas, existiendo diferencias entre las distintas variedades. Las temperaturas mínimas invernales no deben ser inferiores a -8°C ya que temperaturas más extremas causan daños a nivel de inflorescencias femeninas, existiendo diferencias de importancia entre los distintos cultivares.

Zonificación de aptitud productiva por clima para avellano europeo



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.2 VIENTOS

Los vientos excesivos pueden provocar daños en el desarrollo de los árboles, haciendo poco estable el anclaje de las plantas e influyendo negativamente en el crecimiento vegetativo y en la productividad de los huertos. Sin embargo, durante el proceso de antesis masculina (liberación de polen) es adecuada una brisa ligera a objeto de favorecer el transporte del polen hacia los estigmas de las inflorescencias femeninas.

Por otro lado, vientos calurosos y aumentos en la evapotranspiración provoca deshidratación de los márgenes de las hojas. Por ello, en zonas que presenten frecuentemente vientos fuertes, es recomendable el establecimiento de cortinas corta viento, ya sean éstas naturales o artificiales. Cabe indicar que una dicha cortina puede proteger una distancia aproximada de 4 veces su altura.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.3 LUMINOSIDAD

La luz es un factor fundamental para la fotosíntesis y por lo tanto, para las diversas funciones del árbol. De manera particular, actúa junto a otros factores sobre el desarrollo de los frutos. Además, tiene gran influencia sobre la formación de las yemas reproductivas. La falta de luz, asociada a una escasa temperatura, causa reducción en el número de yemas reproductivas. Por el contrario, un aumento de ella y de la temperatura, dentro de ciertos límites, favorece la cuaja y la formación de las avellanas.



## 1.8.4 ALTITUD Y LATITUD

La altitud y latitud tienen una influencia sobre el comportamiento de los avellanos, particularmente sobre su producción y calidad de las avellanas. Lo anterior, debido a que pueden modificar de manera significativa las características del clima de una determinada área. Además, influyen sobre la fenología del cultivo (antesis, brotación y maduración), postergando o atrasándola en la medida que las plantaciones se encuentren a una mayor cota.

En la zona sur de Chile, una mayor altitud puede ayudar a evitar daños por heladas en primavera en aquellos estados iniciales de formación de frutos. Adicionalmente, pueden evitarse daños en brotes, especialmente en variedades de brotación más temprana, como es el caso de Tonda di Giffoni.

# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.5 DISTRIBUCIÓN DE LLUVIAS

Los requerimientos hídricos de los árboles varían entre 80 y 100 mm mensuales desde aproximadamente noviembre a marzo. Estas cantidades de agua son fundamentales durante los primeros años del huerto, a objeto de facilitar el desarrollo vegetativo y disponer de árboles en producción al 4º año.

Por otro lado, son preferibles períodos no lluviosos durante el proceso de polinización y cosecha ya que las lluvias excesivas en invierno y principios de primavera dificultan la polinización y en otoño la cosecha mecanizada de la fruta.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.6 SUELO

El suelo es uno de los factores que más influye en el crecimiento y productividad de los árboles, siendo de gran importancia en la nutrición de éstos y que a la vez actúa de soporte. El cultivo moderno del avellano tiene como fin desarrollar rápidamente las plantas durante la fase de formación del huerto, por lo que debe establecer de preferencia en suelos de textura media, con buena permeabilidad, evitándose suelos estratificados, con pobre infiltración en algunos horizontes o en el perfil completo.

Una textura muy pesada (suelos arcillosos) o la presencia de una capa impermeable en el suelo, puede causar asfixia en las raíces, debido a la presencia de bajos niveles de oxígeno. La permeabilidad condiciona el movimiento del agua en el suelo, y por tanto, influye sobre la disponibilidad de oxígeno a nivel radicular. Lo anterior, provoca inicialmente la muerte de raíces más finas y si las condiciones anaeróbicas persisten, también comienzan a morir las raíces fibrosas o maduras, perjudicando la absorción y translocación de nutrientes a nivel radicular.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.7 ANÁLISIS DE SUELO

Previo a la plantación de un huerto de avellano, es necesario realizar un análisis químico del suelo para determinar su disponibilidad de nutrientes, siendo a la vez importante realizar un análisis físico y fitosanitario del mismo para detectar eventuales problemas en el huerto.

## 1.8.8 ANÁLISIS QUÍMICO

El análisis químico se efectúa para determinar el nivel de disponibilidad de los diversos nutrientes en el suelo, con el fin de aplicarlos en una cantidad adecuada al momento del establecimiento del huerto.

Es recomendable determinar sectores homogéneos del suelo considerando los siguientes factores: pendiente, profundidad, textura, drenaje e historial del manejo agronómico del suelo. En relación al muestreo, cada sector debe ser sub muestreado (mínimo 20 veces). Cada sub muestra debe ser de un volumen idéntico, que posteriormente será homogenizado (mezcla) para obtener una muestra de aproximadamente 2 kilos, que se envía al laboratorio.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.9 ANÁLISIS FÍSICOS

Para este análisis es necesario considerar: textura, densidad aparente y curvas de retención de humedad. En relación a la textura, las características ideales serían un suelo franco-arcilloso o franco-arenoso con baja densidad aparente. La estructura debe ser libre de compactación, tanto a nivel superficial como en profundidad. Además, el drenaje del suelo debe ser excelente, sin problemas de infiltración del agua y con una profundidad efectiva entre 0,9-1,0 m.

## 1.8.10 ANÁLISIS FITOPATOLÓGICO

Previo a la plantación de un huerto de avellano, es recomendable efectuar un análisis nematológico del suelo, ya que ciertos géneros de nemátodos, pueden afectar seriamente el crecimiento y desarrollo del huerto. Los nemátodos fitoparásitos causan graves daños al sistema radical de los árboles, permitiendo la entrada de hongos patógenos que ocasionan pudriciones radiculares.

Adicionalmente, se debe realizar un monitoreo de presencia de plagas subterráneas que pudiesen ocasionar daños a las plantas a nivel de su cuello y sistema radicular. Lo anterior, permite tomar medidas preventivas previas al establecimiento de los árboles.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.11 PREPARACIÓN DEL SUELO PARA LA PLANTACIÓN

Antes de realizar la plantación se requiere que el suelo esté “bien preparado”, que permita un buen desarrollo de los árboles y la mecanización de las futuras labores del huerto. Las trabajos de preparación del terreno, para establecer las plantas, se inician en verano, en especial en el caso de los más compactados, cuando el terreno está seco y por lo tanto, en condiciones favorables de cohesión y adhesión. Previo a efectuar esta labor, es necesario acondicionar el suelo eliminando arbustos, árboles, troncos, piedras y otros obstáculos que dificulten luego la plantación de los árboles.

La preparación adecuada del suelo, junto a la realización de un análisis químico, tiene como finalidad lograr un adecuado desarrollo de los árboles de avellano en fase de formación, en particular de su sistema radicular. Un buen desarrollo y sanidad de son la base para obtener un adecuado crecimiento vegetativo de las plantas durante la etapa de formación del huerto y de esta manera, anticipar la entrada en producción del huerto.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.12 LABOREO PROFUNDO

Esta labor debe efectuarse previo al establecimiento del huerto y consiste en el laboreo del suelo a través de medios mecánicos hasta una profundidad de 70 a 1,20 cm. Dicha técnica cumple diferentes funciones: mejorar el suministro de nutrientes en el suelo, mediante la localización de fertilizantes en profundidad (fertilización de fondo), remover raíces de un cultivo arbóreo previo, mullir y airear el terreno.

Por otra parte, si el suelo está formado por capas de arena y arcilla(o limo), el laboreo profundo o de desfonde permite mezclar estas capas y de esta manera, el perfil es más uniforme y mejora físicamente el terreno. Sin embargo, en suelos pesados (arcillosos), la labor de desfonde puede causar la formación de una capa impermeable (pie de arado) en la zona de mayor profundidad alcanzada por el arado.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.13 FERTILIZACIÓN DE PRE-PLANTACIÓN

La fertilización de pre-plantación o de base o de fondo, tiene como fin construir una reserva adecuada y homogénea de nutrientes como fósforo, potasio, magnesio, calcio u otros (micronutrientes, aplicación de guano, compost, otros.) en la unidad de suelo. Particularmente en terrenos de baja fertilidad, entre los cuales aquellos de textura arenosa como por ejemplo de las regiones del Bío-Bío y La Araucanía norte (serie Tijeral, comuna de Renaico) y de algunos suelos de la pre cordillera andina de La Araucanía sur (ejemplo en comuna de Melipeuco).

Esto se realiza junto con la técnica de laboreo profundo, permitiendo incorporar los fertilizantes en profundidad (70 a 120 cm). Para efectuar una fertilización adecuada se deben conocer con antelación las características del suelo donde se van a plantar los avellanos. Lo anterior, se logra mediante un muestreo del suelo. En seguida debe efectuarse un análisis de estas muestras en el laboratorio e interpretarse por un ingeniero agrónomo especialista en nutrición arbórea. Adicionalmente, es recomendable disponer de información de estudios cartográficos del suelo a intervenir.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.14 LABORES DE SUELO

Una vez terminado el laboreo profundo y la fertilización de fondo o de base, se debe proseguir con una labor de suelo muy superficial, mediante rastras de discos. Esto permite nivelar el terreno y romper los terrones que permanecen luego de haber realizado el laboreo profundo.

## 1.8.15 MANEJO DE LOS ÁRBOLES CON ANTERIORIDAD A LA PLANTACIÓN

Previo al establecimiento, luego del traslado de los árboles desde el vivero al lugar de plantación, se recomienda acondicionar un espacio con zanjias o trincheras para mantener las plantas, cubriendo la totalidad de sus raíces con tierra sustrato húmedo, de preferencia de textura liviana, hasta su plantación, para evitar daños por deshidratación.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.16 ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La plantación puede efectuarse desde otoño (caída de hojas) hasta finales de invierno o principios de primavera (plantas a raíz desnuda). El establecimiento más temprano de las plantas permitirá además una mejor cicatrización de las heridas causadas durante el trasplante.

La época más adecuada para realizar la plantación es otoño, ya que al efectuar el establecimiento en dicho momento el sistema radicular comenzará a desarrollarse en el suelo inmediatamente, encontrándose los árboles nuevos en condiciones más favorables para la reanudación vegetativa en la primavera siguiente.

Si no es factible de efectuar la plantación en otoño ella se puede realizar desde inicios a finales de invierno o a principios de primavera, antes de la apertura de las yemas. Con las plantas a raíz desnuda plantaciones más tardías en primavera provocan un retraso en la brotación, emisión de brotes y por ende, en el desarrollo de las plantas durante el primer año y mayores porcentajes de pérdidas de éstas.

Lo anterior, sumado en general a un menor desarrollo de algunos cultivares polinizadores, en particular para ecotipos seleccionados en la zona sur. No obstante, como ya se mencionó, es posible plantar los árboles más tarde en primavera con plantas en cepellón o raíz cubierta. Esta tipología de árbol también se puede establecer temprano en otoño disponiendo de riego, a objeto de permitir al sistema radicular comenzar a desarrollarse en el suelo y lograr un mejor crecimiento de las plantas en la primavera siguiente.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.17 PLANTACIÓN

Para la plantación de los árboles de avellano se debe preparar el suelo “abriendo” hoyos profundos (40-50 cm) con un ancho de 40 cm en la zona donde se ubican los árboles. Dicha labor presupone una elección previa de criterios y distancias (marcos de plantación). La apertura de hoyos de plantación puede efectuarse manualmente o bien a través de un ahoyador mecánico, accionado por la toma de fuerza o potencia de un tractor.

En el fondo del hoyo de plantación es necesario distribuir y localizar una pequeña cantidad de fertilizantes y enmienda calcárea (fósforo, potasio, magnesio, carbonato de calcio, entre otros) y en lo posible compost, después de una capa de tierra finamente desmenuzada.

En cada hoyo de plantación, parcialmente relleno, se localiza la planta, con la precaución de mantenerlo vertical y con el cuello sobre la superficie del suelo. A continuación, se completa el llenado del hoyo comprimiendo la tierra que se va colocando gradualmente, para que ella quede bien adherida a las raíces.

Es fundamental evitar la plantación de los árboles a una profundidad excesiva, pues las raíces de esta especie son muy sensibles a niveles bajos de oxígeno. Como regla general, las plantas deberían plantarse a la misma profundidad que tenían en el vivero. Además, para el caso de árboles a raíz desnuda, antes de la plantación deben someterse a podas moderadas de raíces, con el fin de eliminar las lesionadas o secas y renovar los cortes realizados durante la extracción de las plantas del vivero.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.18 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Para la determinación de la densidad de plantación se deben considerar los siguientes factores: vigor del cultivar o combinación portainjerto/variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, sistema de formación y conducción, disponibilidad de luz, tránsito de maquinaria, sistema de cosecha, entre otros.

Entre los principales factores a considerar destacan:

■ **Vigor de la variedad:** se deberá utilizar una menor densidad y mayor distancia de plantación para los cultivares más vigorosos (ej. Barcelona), que las variedades de menor vigor (ej. Tonda Romana, Tonda Gentile delle Lanche, Trebizonda, Tombul, Tonda di Giffoni, entre otras).

■ **Fertilidad del suelo:** se emplearán menores densidades y mayores distancias de plantación en aquellos suelos más fértiles. Este es un factor que tendrá gran importancia en la vida productiva futura de los árboles.



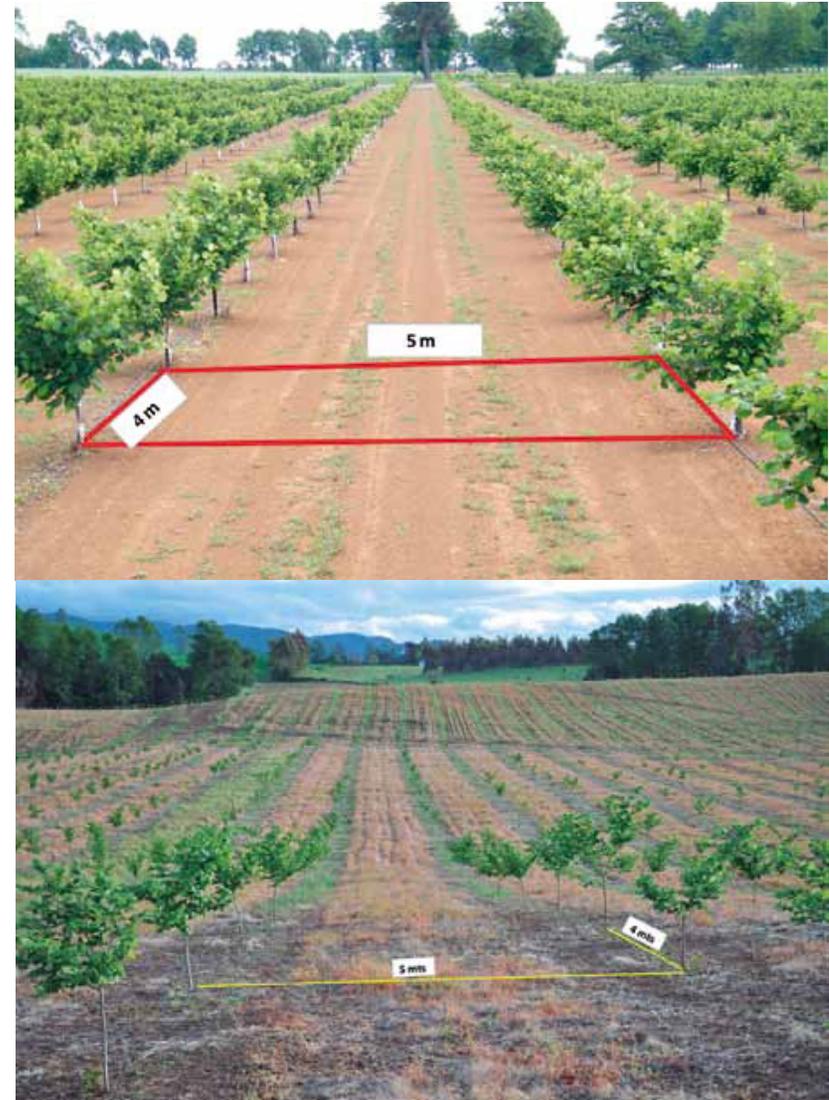
# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.19 MARCO DE PLANTACIÓN

Se refiere a la distancia que quedará entre los árboles una vez plantados. Se debe preferir un marco de plantación rectangular, ya que presenta las siguientes ventajas:

- **Máximo aprovechamiento del suelo**
- **Mayor facilidad para realizar las labores del huerto**
- **Acceso en un sólo sentido**

Para calcular el número de árboles requeridos para un huerto de avellanos con un determinado marco y sus respectivas distancias, debe calcularse el área que ocupará cada árbol y dividirse la superficie total a establecer por el valor resultante del área de cada planta. Por ejemplo, si la superficie a plantar es de 1 hectárea y el marco de plantación elegido es un rectángulo con distancias de 5 x 4 m, el número de plantas necesarias es:  $10.000 : 20 = 500$  árboles por hectárea.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.20 EVOLUCIÓN DE LOS MARCOS DE PLANTACIÓN

En frutales, la tendencia actual es densificar los huertos con el fin de anticipar la entrada en producción, aumentar los rendimientos por unidad de superficie y amortizar rápidamente los huertos. Sin embargo, en el tiempo, las plantaciones intensivas presentan problemas en producción y calidad de fruta por falta de iluminación en el interior de la copa y en la parte inferior de los árboles. Por ello, es preferible utilizar densidades mayores o menores marcos de plantación para las primeras etapas de los árboles, interviniendo posteriormente una vez que las copas se toquen entre si y se produzca un desplazamiento de la zona productiva a la parte alta del árbol, eliminándose aquellos árboles en exceso o recurriendo a la poda de éstos.

Se puede comenzar la plantación con el denominado “marco dinámico”. Por ejemplo, con densidades de 800 plantas/ha y cuando se comienza a resentir la capacidad productiva, se elimina la mitad de los árboles, resultando una densidad definitiva de 400 plantas/ha.

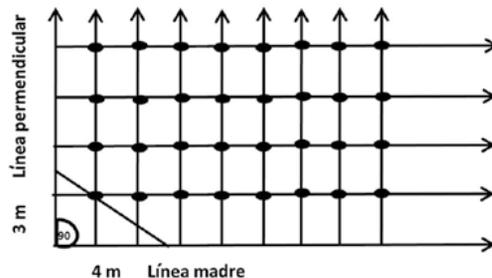
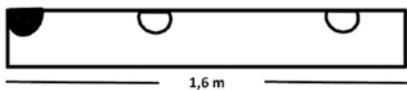


# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.21 TRAZADO DE PLANTACIÓN

Previo a la plantación es necesario marcar sobre el terreno la posición exacta de cada árbol, además de demarcar los caminos internos y externos del huerto. Para el trazado se requiere establecer una línea madre recta, tomando como referencia un camino, acequia u otro elemento. Posteriormente se marca una línea perpendicular a la línea madre.

Los ángulos rectos son fáciles de realizar utilizando tres cuerdas, cuyas longitudes guardan la proporción de 3, 4 y 5 metros. Se deben tensar las cuerdas y hacerlas coincidir en sus extremos. Con ello, se forma un ángulo de  $90^\circ$ . Luego, colocar estacas sobre la línea madre y la línea perpendicular marcando la posición de cada árbol. De esta manera se marca toda la superficie de suelo a plantar, empleando una cinta y un listón plantador.

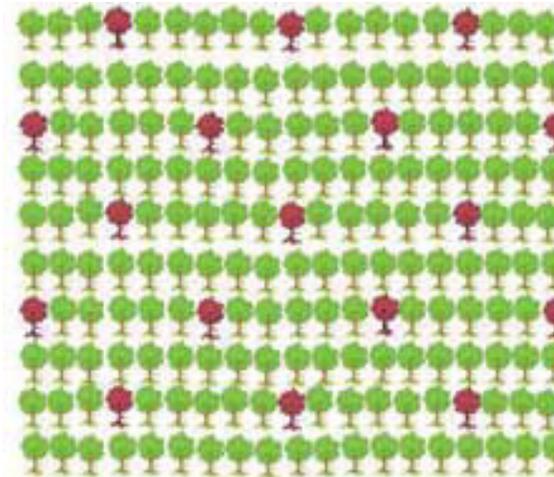
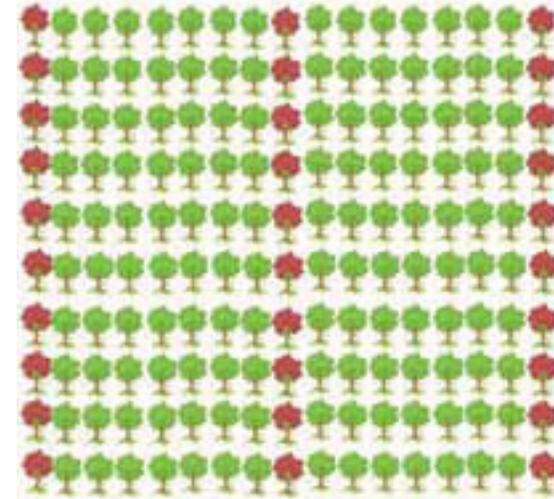


# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.8.22 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS CULTIVARES POLINIZADORES EN EL HUERTO

Como ya se ha indicado en este manual, el avellano es una especie monoica autoincompatible, es decir las flores masculinas de un árbol no polinizan a las flores femeninas del mismo individuo. Por ello, en una plantación deben establecerse variedades polinizadoras genéticamente compatibles con la variedad principal, haciendo coincidir sus estados fenológicos (floración masculina del polinizador con la floración femenina de la variedad principal). Además, ser buena productora de polen e idealmente producir frutos de calidad y comercialmente válidos para la industria agroalimentaria o para mesa.

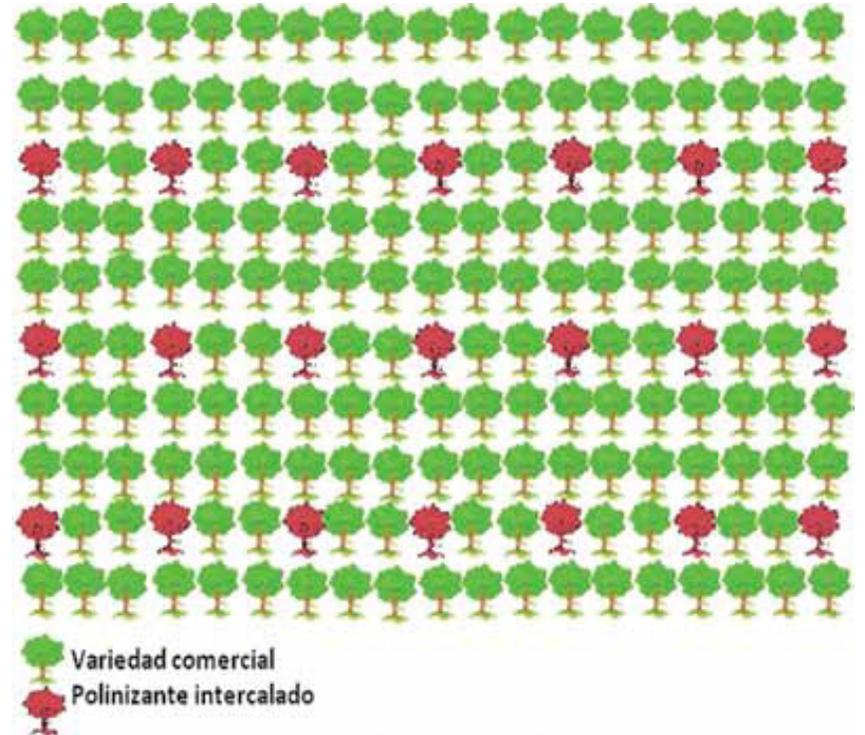
En plantaciones comerciales de avellano para una variedad principal es necesario establecer entre un 10 a un 15% de cultivares polinizadores, idealmente 3 a 4, a modo de cubrir completamente el período de receptividad del estigma de la variedad principal o base. Estos pueden distribuirse en zig-zag o en hileras completas cada 8-9 hileras de la variedad principal. Se recomienda esta última modalidad para facilitar la separación de las avellanas a la cosecha.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Otra alternativa es el sistema Oregon, en el cual cada 3 hileras de la variedad principal se establece una hilera con las variedades polinizadoras. Estas últimas son plantadas en la fila en forma alternada, cada 3 polinizadores corresponden 2 plantas de la variedad principal y así sucesivamente.

La orientación de las hileras de los cultivares polinizadores debe considerar el sentido de los vientos predominantes durante el periodo de floración masculina (liberación del polen por parte de los amentos) y receptividad de las flores femeninas (estigmas), con el fin de asegurar una buena distribución del polen. Cabe señalar, que la floración de esta especie ocurre en pleno período invernal y una adecuada diseminación del polen ocurre una vez alcanzada una menor humedad ambiental, generalmente a medio día y con ausencia de lluvias.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.9 VARIEDADES

La producción mundial de avellanas (*Corylus avellana* L.), se basa principalmente en selecciones de materiales locales. De los 500 cultivares conocidos alrededor del mundo, sólo 20 se cultivan para fines comerciales en los principales países productores (Mehlenbacher, 2009). No obstante, en los últimos años se han licenciado nuevas variedades provenientes principalmente del programa de mejoramiento genético de la Universidad de Oregon, Estados Unidos.

En Chile, entre las regiones del Maule y Los Lagos (puntualmente Talca a Puerto Varas), se cultivan actualmente dos variedades: Barcelona (60%) y Tonda di Giffoni (40%). Otras variedades de menor importancia son Tonda Gentile delle Langhe (TGL), Tonda Romana y algunas nuevas variedades de origen norteamericano como Jefferson, Yamhill, Tonda Pacifica, entre otras, que recientemente han comenzado a plantarse.

### 1.9.1 BARCELONA

Barcelona es una variedad de origen desconocido, difundida en Estados Unidos (Oregon), Francia, Chile, (en la zona centro sur y sur) y en menor grado en otros países productores de avellana.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## BARCELONA CHILENA

En la zona de cultivo de avellanas en Chile, predomina la variedad “Barcelona chilena”. Esta variedad-población presenta crecimiento cerrado, elevada productividad, vigor elevado, floración masculina y femenina precoz, dicogamia, proteandria, brotación tardía, 3,2 frutos por grupo, longitud de involucre más bien largo.

En relación a los frutos, estos son de forma cónica, (característica demandada por la industria), color marrón oscuro, espesor de la cáscara gruesa, peso promedio de las avellanas 3,5 g, peso promedio de la semilla 1,5 g y rendimiento al descascarado de 39-42%.

El cultivar tiene gran potencial productivo, que puede superar los 3.000 Kg por hectárea. Esta variedad tiene gran adaptación a las especiales condiciones edafoclimáticas del centro sur y sur de Chile.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.9.2 TONDA DI GIFFONI

En los últimos años se han comenzado a establecer huertos con la variedad italiana Tonda di Giffoni. En relación a las características del árbol, este presenta un rápido crecimiento, vigor intermedio, floración masculina y femenina muy precoz. Las flores masculinas se encuentran separadas de las flores femeninas y se encuentran presentes en brotes del año, son visibles a partir del mes de febrero, mientras que las flores femeninas se evidencian a partir de fines de otoño-invierno. La plena floración se alcanza casi completamente alrededor de la mitad de junio, época en que se produce la polinización y la fecundación ocurre al culminar la maduración de los órganos florales femeninos en diciembre-enero, dependiendo de las zonas de cultivo.

En relación a los frutos, presentan un promedio de 2,8 núculas por grupo, longitud del involucro muy largo, forma globular, color marrón oscuro, con índice de redondez uno, peso promedio de avellanas de 2,5 g, peso promedio de semilla de 1,16 g, rendimiento al descascarado de 46-47%.

En los últimos años se incrementó el establecimiento de huertos con esta variedad, debido a la excelente calidad de su fruta para la industria de transformación, en particular para la industria chocolatera, helados, confites, entre otros productos. Presenta buenas características industriales o tecnológicas (pelado y rendimiento al descascarado), como también buen sabor y aroma después de ser sometida a tostado.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.9.3 TONDA GENTILE DELLE LANGHE

Variedad italiana de origen piamontés, norte de Italia, caracterizada por presentar una notable protandria y autoincompatibilidad, con hábito de crecimiento intermedio, precocidad productiva y vigor intermedio.

Produce frutos de color marrón claro sub –esféricos con rendimientos al descascarado del 45-50%, las semillas son esféricas de color blanco marfil con buen desprendimiento del perisperma, muy apreciada por la industria del chocolate. El número de avellanas por “clúster” es de 2,9, involucro largo, índice de redondez de 0,98, tamaño de 18,6 x 18,6 x 17,9 mm, peso de fruto 2,60 g , espesor de la cáscara delgada. En relación a la semilla o pepa el tamaño es de 13,9 x 11,9 x 12,9 mm, peso de 1,17 g.

Presenta óptimas características tecnológicas y organolépticas como: buen rendimiento al descascarado (45-50%), buena forma (redonda), característica indispensable para la elaboración de productos como chocolates, confites que requieren frutos enteros, su calibre varía entre 11-13 mm, cualidad que es preferida por la industria.

Una vez tostada, es fácilmente pelada, atributo de carácter genético, por el cual la TGL se diferencia de todos los demás cultivares. Presenta buena resistencia a la rotura, por la forma y presencia de una cavidad interna poco acentuada. Todo lo anterior, determina que dicha variedad sea considerada la de mejor calidad industrial a nivel mundial.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.10 PRINCIPIOS NUTRICIONALES

Las avellanas son una importante fuente de energía, con elevado poder nutricional, con un alto nivel de macronutrientes, buen contenido de proteína y particularmente una elevada concentración de lípidos. La fracción lipídica es particularmente rica en ácido oleico y también presenta tocoferoles y fitoesteroles.

El contenido de proteína es alrededor de 12,7-17,7% (dependiendo de las variedades) y presenta algunos aminoácidos esenciales. El porcentaje de carbohidratos es bajo, prácticamente el 50% de ellos corresponden a azúcares simples de rápida absorción por el organismo. El contenido en azúcares presenta valores cercanos al 4% del peso seco de la semilla, siendo la sacarosa aquella de mayor importancia (80%).

Por otra parte, su composición en fibra reviste gran importancia pues reduce la absorción de azúcares y grasas, mejorando la funcionalidad del aparato gastroentérico.

Comparación de análisis proximal, contenido de minerales, vitaminas y perfil de fitoesterol de cinco muestras de fruta en estudio.

	100 g				
	IMBR*	IMGF*	GOBR*	GOGF*	TSBA
<b>Proximal</b>					
Humedad	7,9	6,5	7,4	8,2	3,6
Cenizas (g)	2,1	2,1	1,8	1,6	1,9
Proteínas (g)	16	13,4	13,7	12,6	14
Grasa cruda (g)	48,4	56	53,4	55,5	57,4
Fibra dietética (g)	18,9	15,8	17,2	17,8	11,7
Hidratos de carbo- nos disponibles (g)	6,7	6,2	6,5	4,3	11,4
Energía (Kcal)	526	583	561	567	618
<b>Minerales</b>					
Calcio (mg)	110	105	105	101	99
Cobre (mg)	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9
Hierro (mg)	4,2	3,7	4,2	3,1	4
Magnesio (mg)	159	152	158	132	167
Zinc (mg)	2,5	2,1	2,5	1,6	3
Fósforo (mg)	187	205	216	177	205
<b>Vitaminas</b>					
Vitamina E (mg)	14,4	11			
Vitamina D3 (mg)	ND (<0,05)	ND (<0,05)	ND (<0,05)	ND (<0,05)	ND (<0,05)
Betacarotenos(mg)	0,01	0,013	0,018	0,015	0,015
<b>Perfil Fitoesterol</b>					
Campesterol	1,82	1,92	1,76	2,06	1,97
Stigmasterol	ND (<0,08)	ND (<0,08)	ND (<0,08)	ND (<0,08)	ND (<0,08)
Betasitosterol	6,847	9,27	6,62	9,33	7,88
Acidez Libre	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5

\*IMBR: fruta cv. Barcelona (Comuna de Nueva Imperial),

\*IMGF: fruta cv.Tonda di Giffoni (Comuna de Nueva Imperial)

\*GOBR: fruta cv. Barcelona (Comuna de Gorbea),

\*GOGF: fruta cultivar Tonda di Giffoni (Comuna deGorbea)

\*TSBA: fruta cv. Barcelona tostada, ND: No determinado.

# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Lo anterior permite proteger al organismo contra la carcinogénesis intestinal. El porcentaje de fibra es de aproximadamente un 8,1%. Los lípidos son responsables del poder calórico de las avellanas, siendo su mayor componente nutricional (64% del total). De esto, el 90% son insaturados y la mayor parte monoinsaturado como el ácido oleico (Arcoleo, 1991; Parcerisa et al., 1999). El ácido oleico, adicionalmente, mejora la capacidad de utilización de la insulina, mantiene constante los niveles glicémicos reduciendo el riesgo de contraer diabetes.

Las avellanas contienen Omega 3 y Omega 6 (ácidos grasos poliinsaturados) que reducen el riesgo de aparición de enfermedades cardiovasculares. El ácido linolenico, precursor de los omega 3 de cadena larga, tienen una función favorable sobre la coagulación de la sangre y el estado de las arterias. Estas cualidades permiten su consumo en personas que hayan tenido enfermedades cardiovasculares (ej. infartos o ictus), siempre en el ámbito de una dieta equilibrada.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.11 UTILIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL

Las avellanas son utilizadas crudas, tostadas y en la industria de transformación para la elaboración de diferentes productos como pastas, harinas, helados, chocolates, galletas, aceite, entre otros.

En la industria del chocolate se utilizan más de 300 mil toneladas anuales de esta fruta seca. Por otra parte, las avellanas y sus subproductos (cáscara) también se emplean en diversas industrias para la fabricación de pinturas, plásticos, solventes, resinas y aceites. En la industria farmacéutica se utiliza para la fabricación de fármacos anticancerígenos, a base de taxanes (Taxol) presentes en la cáscara y hojas del avellano. Se ha determinado que este compuesto es un inhibidor de la mitosis, siendo utilizado en tratamientos de quimioterapia contra el cáncer.

Dicho compuesto ha sido aprobado en Inglaterra para tratamientos de cáncer a los ovarios, hígado, pulmón, cabeza y cuello.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.12 CONTEXTO COMERCIAL MUNDIAL

La producción presenta un país dominante a nivel internacional, Turquía, con un 63%. En septiembre de 2019, el sector de la avellana en Turquía exportó productos por valor de 130,2 millones de dólares. Las exportaciones subieron un 112,6% y alcanzaron un valor de exportación de 277 millones de dólares (cifra record).

Todos los países que lo siguen corresponden al hemisferio norte, excepto uno: Chile.

Además de los países citados en la tabla, están Francia, España y otros con potencial de crecimiento productivo, como Rumania, Serbia, Bulgaria, Macedonia del Norte, en el hemisferio norte; Argentina, Sudáfrica y Australia en el hemisferio sur. Cabe mencionar también como gran nación productora a China, pero no se conocen sus cifras exactas.

Producción por país 2018/19 (sin cáscara).

Fuente: International Nut and Dried Fruit Council (INC).

	PAÍS	t	%
1	Turquía	287.500	63
2	Italia	61.100	13
3	Azerbaiyán	27.880	6
4	Georgia	18.250	4
5	EE.UU.	16.692	4
6	Chile	12.100	3
7	Irán	11.500	3
	Otros	11.500	4



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.12.1 CONTEXTO COMERCIAL NACIONAL

La entrada al país del avellano europeo tiene sus orígenes en plantaciones efectuadas a inicios de la década del 90, hoy la mayoría de las estimaciones indica una superficie plantada de algo más de 27.000 hectáreas.

Chile en solo 25 años ha logrado situarse en el 6° lugar como productor mundial. En cuanto a exportaciones, según INC nos ubicamos en la 5ª posición, luego de Turquía, Italia, Azerbaiyán y Georgia.

Sobre la base de las tendencias históricas, se estima que hacia el 2030 habrá 60.000 hectáreas (ha) plantadas en Chile (un aumento de 3.000 ha anuales) con una producción del orden de 88.000 toneladas, con cáscara.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.12.2 CONTEXTO COMERCIAL REGIONAL

El Maule se ratificó como la región con mayores potencialidades dentro del cultivo y producción del avellano europeo en el país, zona de producción a la que se le proyectó una producción para el 2020 de más de 18.800 toneladas de este fruto seco, lo que equivale a mucho más de la mitad de la cosecha a nivel nacional, la cual se supone que alcance un poco más de 30 mil toneladas.

Esta tendencia para la región resulta ser constante, al registrar casi 17 mil toneladas durante la anterior cosecha, periodo donde a nivel nacional tan solo se cultivaron 10 mil toneladas más de las cultivadas en el Maule.

La copiosa producción va de la mano con la productividad de las 12 mil hectáreas plantadas en la región, llegando a figurar más de 27 mil en el país, el cuál se proyecta a alcanzar las 30 mil hectáreas cultivadas de avellano europeo para el cierre del presente año.



# ÁREA DE INVESTIGACIÓN

## 1.13 CONCLUSIONES

No cabe dudas de que el avellano europeo es un fruto particular, ya todo el proceso desde su nacimiento lo hace distinto a otros frutos del mercado.

Algo a recalcar y que hay que tener en consideración es el gran progreso que esta teniendo la industria, en donde solo se ve cifras positivas para los años venideros.



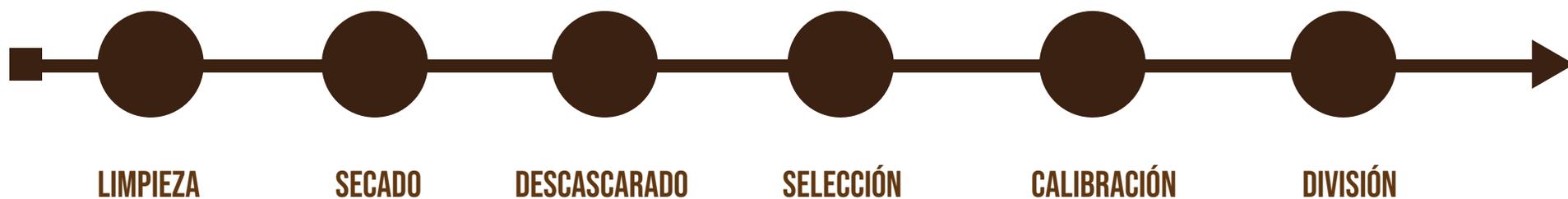


# CONTEXTO DE ESTUDIO

## CAPITULO 02

# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.1 LÍNEA DE TRABAJO



# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.2 COSECHA

En Chile las avellanas empiezan a caer en el mes de Febrero y, en general, las operaciones de cosecha empiezan cuando existe alrededor de un 30% de la fruta en el piso.

La recomendación es de hacer por lo menos dos pasadas, para asegurar que la fruta no se quede demasiado tiempo en el suelo, con el riesgo de que suba el nivel de humedad empeorando la calidad.



# CONTEXTO DE ESTUDIO

La cosecha se puede realizar de forma manual o mecánica; sin embargo, la manual es limitada a huertos pequeños o en los primeros años, cuando las producciones son todavía bajas y en algún caso las condiciones de las entre-hileras no son las más favorables para el trabajo de una cosechadora.

La cosecha mecánica, en cambio, se realiza mediante el uso de máquinas cosechadoras que pueden ser autopropulsadas o remolcadas por tractores. Antes, se debe preparar el suelo, quitando las malezas y nivelando de manera que no haya hoyos o irregularidades en el suelo, que puedan atrapar la fruta al momento de ser cosechada.



# CONTEXTO DE ESTUDIO

Las operaciones de cosecha empiezan ordenando las avellanas en hileras a través de sopladores y/o barredores. Luego, se pasa la máquina cosechadora que, dependiendo del modelo, puede realizar una pre-limpieza de la fruta que, después, es almacenada en carros cosecheros.

Una vez llenos, los carros se descargan en un lugar fresco y ventilado y la fruta es enviada lo antes posible al proceso de limpieza y secado.

De hecho, para asegurar la calidad, es fundamental evitar que la fruta se quede almacenada durante mucho tiempo húmeda. Además, se recomienda de mantener los contenedores limpios, afinar bien el equipo cosechador y mantener separada la fruta de cada cosecha. .



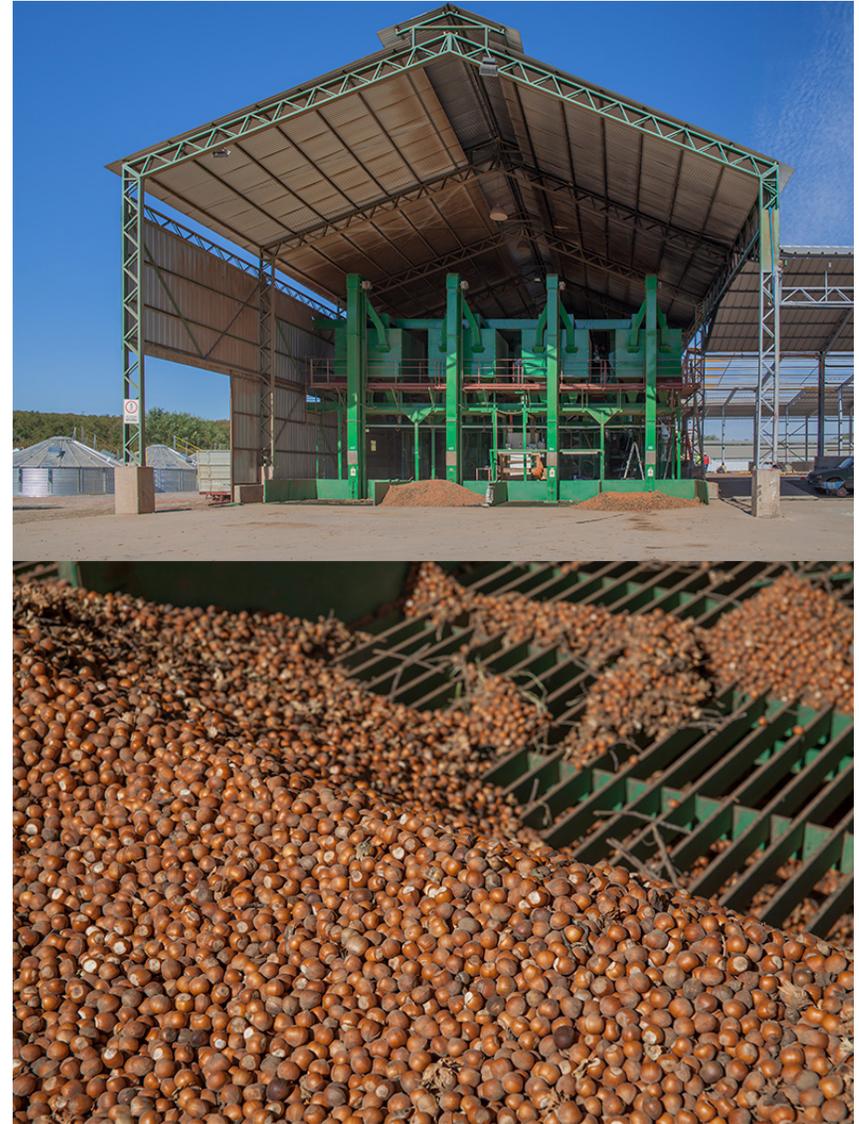
# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.3.1 PROCESO: LIMPIEZA Y SECADO

Después de la cosecha, cada avellana tiene que ser limpiada y secada. Por esto, se envían a sistemas específicos de limpieza, mediante flujos de aire que separan el fruto de cualquier piedra, tierra, hojas y ramas. Una vez limpias, se envían a la fase de secado, que puede tomar una cantidad de tiempo diferente dependiendo de varios elementos. Entre ellos se considera la humedad inicial de la avellana cosechada, temperatura, y velocidad del aire.

Para lograr un almacenamiento correcto y el mantenimiento de la calidad de las avellanas, el nivel de humedad debe ser bajado hasta el 6%. Un adecuado proceso de secado es un paso crucial para evitar que la calidad de las avellanas se empeore.

Una vez que tienen el nivel adecuado de humedad, las avellanas pueden ser descascaradas.



# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.3.2 PROCESO: DESCASCARADO

Este proceso comienza con la medición del calibre para asegurarse que se descascaren solamente avellanas de la misma dimensión. La medición se realiza haciendo pasar las avellanas por grandes cilindros perforados que las filtran según tamaño. Si la avellana pasa a través del hoyo significa que tiene el tamaño específico. Ese proceso, completamente mecánico, sin uso de aguas o químicos, permite romper la cáscara sin dañar la pepa.

Después del descascarado, está el proceso de selección que se realiza en dos pasos:



# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.3.3 PROCESO: SELECCIÓN

Por una parte, la selección visual, que se realiza con la ayuda de cámaras de alta definición, mediante las cuales se detectan elementos externos (piezas de cáscara, por ejemplo) que son eliminados.

En segundo lugar, la selección de calidad, la cual se realiza con una máquina láser muy sofisticada, que detecta todos los posibles defectos mediante diferencias de colores. Cada avellana es analizada por la máquina láser y aquellas quebradas, podridas o infectadas por insectos son eliminadas. Esto permite una selección de muy alta calidad para Ferrero.

Al final del proceso, las avellanas son divididas por tamaño y rangos de calidad, envasadas en maxi-sacos, para luego ser almacenadas en una cámara con temperatura y humedad controlada, y finalmente exportadas.



# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.4 CLASIFICACIÓN DE PRODUCTORES

Como se dijo anteriormente la cosecha se puede realizar de forma manual o mecánica; sin embargo, la manual es limitada a huertos pequeños o en los primeros años. En este punto es donde se puede ver la gran diferencia entre productores, ya que los tiempos de cosecha de un productor con otro varían enormemente.

- **Cosecha manual:** 4 a 8 kilos/hora. Barrido con rastrillo y embolsado.
- **Cosecha semi mecánica:** 10 a 40 kilos/hora. Barrido manual y recolección con aspiradora.
- **Cosecha mecánica:** 300 a 400 kilos/hora. Barrido con máquinas y recolección con aspiradora separadora.



# CONTEXTO DE ESTUDIO

Por antecedentes como estos y por otros que se darán a conocer más adelante, es que los productores de avellanas se categorizan de la siguiente manera:

- **Productor pequeño:** Es aquel que tiene hasta 3 hectáreas de cultivo de avellanas, con una producción neta máxima de 9 toneladas de avellanas por temporada.
- **Productor mediano:** Es aquel que tiene desde 4 hasta 15 hectáreas de cultivo de avellanas, con una producción neta máxima de 31 toneladas de avellanas por temporada.
- **Productor grande:** Es aquel que tiene más de 15 hectáreas de cultivo de avellanas, produciendo netamente más de 31 toneladas de avellanas por temporada.



# CONTEXTO DE ESTUDIO

## 2.5 CONCLUSIONES

Dentro del contexto de estudio propiamente tal, existe una serie de procesos, dentro de los cuales, cada uno de estos tienen sus complicaciones distintivas.

Como se verá a continuación, mi trabajo se enfocara solo en uno de estos procesos, ya que tiene un potencial impacto superior al del resto.





# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

CAPITULO 03

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.1.1 ESCENARIO DEL PROYECTO: AGRICHILE

Existe un problema que involucra dos partes: por un lado a "Agrichile" y por otro a los productores de avellanas.

Para entender el escenario debemos tener en cuenta que Agrichile es la filial agrícola de Ferrero Rocher en Chile, que producen y procesan avellanas, la materia prima de los productos que elabora la marca, como por ejemplo Nutella.

Agrichile cuenta con sus propios cultivos y por lo tanto con su propia producción de avellanas, y por otro lado, estos le compran avellanas a todos los productores del país, tanto a pequeños, como a medianos y a grandes productores.



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema de Agrichile tiene relación con la incapacidad de ampliar sus instalaciones para el secado de avellanas que puedan solventar toda la oferta de estas, la que ha crecido de manera rápida y sostenida en el tiempo y que se espera siga aumentando. La solución a este problema significa incurrir en elevados gastos al instalar nuevas plantas secadoras a lo largo de Chile, solución que no es viable para la empresa por su elevada inversión y el alto costo que implica hacerlas funcionar.

Es por lo anterior, que actualmente el secado de las avellanas pasa a ser responsabilidad de cada productor.



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.1.2 ESCENARIO DEL PROYECTO: EL SECADO

El proceso del secado es un paso muy importante y a la vez muy riesgoso. Dentro de los aspectos del secado que pueden afectar la calidad y valor de la fruta se encuentran los siguientes:

El riesgo mayor que puede ocurrir es la partidura de la cáscara por sobre-secado o secado demasiado rápido. Una vez que la cáscara está partida, se pierde la inocuidad alimentaria de la pepa al interior y el fruto es completamente inutilizable.

Durante el proceso, la humedad de la cáscara tiene que mantenerse por arriba de la humedad de la pepa. De lo contrario, la cáscara leñosa se secará demasiado rápido, llegando a romperse. Para evitar la partidura de la cáscara, se recomienda alternar ciclos de calentamiento y enfriamiento. De hecho, el enfriamiento tiene el objetivo de re-humidificar la cáscara (sin subir la humedad de la pepa) y re-establecer un balance adecuado entre la humedad de pepa y cáscara.



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Está ampliamente demostrado que en Chile (tanto en el norte que en el sur) al secar fruta muy húmeda (Humedad de la pepa > 8-10%) el secado en continuo (sin ciclos de calentamiento y enfriamiento) llega finalmente a dañar la fruta.

A continuación, se destacan algunos puntos que hay que tener en cuenta para secar correctamente las avellanas:

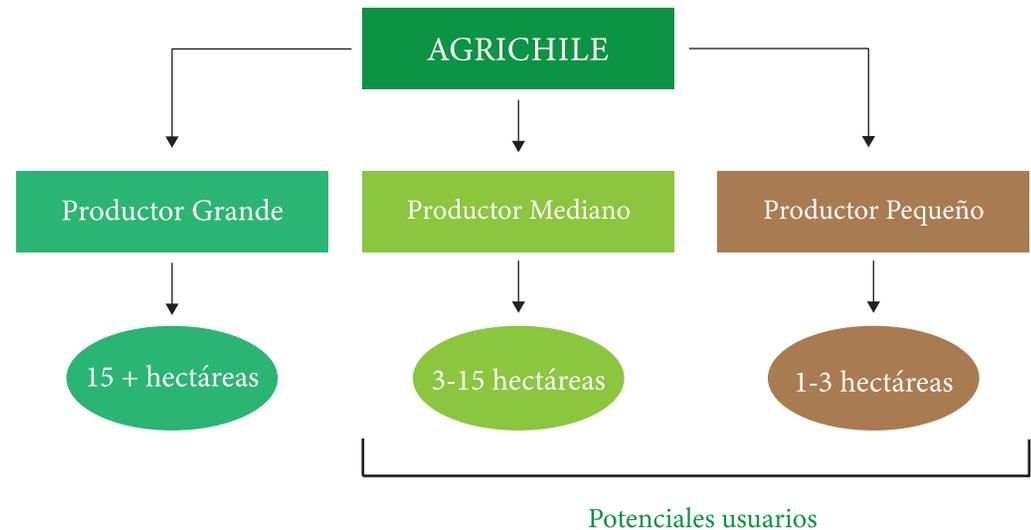
Parámetro	Que hacer	Riesgo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad pepa y cáscara</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La humedad de la cáscara tiene que mantenerse por arriba de la humedad de la pepa (~4 puntos más)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la cáscara es demasiado seca se parte</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad de inicio proceso se determina después de cargar el silo y revolver la fruta (es más representativo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir el ciclo de secado en base a la humedad inicial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal secado con probabilidad de sobre secar (partir la cáscara)</li> <li>• Gasto no necesario</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupar instrumentos de medición adecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El único instrumento confiable de medición de humedad es la termo balanza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobre-secar por no darse cuenta de llegar al nivel adecuado</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Max 50-52°C (aire)</li> <li>• Max 36-38°C (masa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partir la cáscara</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclo de secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El secado tiene que alternar periodos de aire caliente y "frio" (inyección de aire con quemador apagado)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajar demasiado rápido la humedad de la cáscara □ Partir la cáscara</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo durante el secado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar muestras de humedad de cáscara y pepa cada hora</li> <li>• Enfriar la muestra antes del análisis de humedad (o tener en cuenta que la fruta caliente sigue secándose)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No darse cuenta que la fruta está ya seca (seguir secando, perdiendo peso y partiendo la cáscara)</li> </ul>

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.2 POTENCIALES USUARIOS

El usuario objetivo al cual afecta esta primera problemática es al pequeño y mediano productor, ya que esto genera un problema que los lleva a incurrir en valiosas pérdidas por procesar mal la avellana en el secado, las cuales, dados los precarios conocimientos sobre un buen secado por parte de los pequeños productores, y por la utilización de maquinarias de secado poco eficaces por parte de los medianos productores, los frutos reciben un trato inadecuado durante este proceso, provocando rupturas en la cáscara de la avellana y trituración de pepa, volviendo inutilizable esos frutos para su fin principal, y que Agrichile no paga por este tipo de fruto, a pesar que la reciben de igual forma.

Este rango de usuarios denominados como pequeños o medianos productores son los que más se encuentran en la región del Maule debido al boom del avellano europeo en los últimos años.



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

PRODUCTO DE LA POLÍTICA COMERCIAL DE AGRICHILE EN EL PAÍS, EL SECADO DE LAS AVELLANAS PASA A SER RESPONSABILIDAD DE CADA PRODUCTOR EL CUAL DEBE VENDER POSTERIORMENTE A DICHA EMPRESA EL FRUTO YA SECO; NO SER ASÍ, SE LES COMPRA EL FRUTO DE IGUAL MANERA PERO CON UNA SERIE DE DESCUENTOS Y AMONESTACIONES. ESTO GENERA GRANDES PERDIDAS PARA LOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES YA QUE NO TODOS TIENEN EL DINERO PARA PODER COMPRAR MAQUINARIAS PARA DICHO PROCESO.

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.4 IMPACTOS DEL PROBLEMA

A lo largo de Chile existen aproximadamente 24.000 hectáreas de cultivos de avellana europea en total, sumando a los pequeños, medianos y grandes productores, y considerando que por cada hectárea se producen aproximadamente 3.500 kg. del fruto, significa que se producen 84.000.000 de kg. de avellanas por temporada.

El fruto cosechado llega con un 15% de humedad aprox. a las secadoras, donde se baja hasta un porcentaje óptimo del 6% de humedad. Es decir, si calculamos el 15% de humedad de los 84.000.000 de kg. producidos, tenemos que esto es igual a 12.600.000 kg. de agua.

Luego, si se reduce a 6% de humedad, significa que 5.040.000 kg. terminan siendo agua. La diferencia de estos dos valores nos dará la variación de peso que significa bajar desde un 15% de humedad a un 6%, es decir, la producción baja 7.560.000 kg. en total. Por lo tanto, luego de pasar por la secadora, quedarán 76.440.000 kg. de producción nacional de avellana europea.

Este peso óptimo resultaría si no hubiese una merma producida por la mala gestión del proceso de secado de la avellana, la cual equivale al 10% aprox. de pérdida, es decir, 7.644.000 kg. que se pierden en este proceso, quedando 68.796.000 kg.

Ahora, si nos enfocamos en la cantidad de kg. que se pierden en el proceso de secado, y considerando que el peso total de la avellana corresponde al peso de la cáscara y al de la pepa, se están perdiendo 3.822.000 kg. de avellana europea, que si lo convertimos a términos monetarios, considerando que Agrichile paga un promedio de US\$2,7/kg., se concluye que la industria nacional de producción de avellanas está perdiendo anualmente US\$10.319.400, equivalente a \$7.137.928.000 pesos (considerando el precio del dólar US\$1 = \$691 a la fecha 26 de julio de 2019) solo en el proceso de secado.

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.5 OBJETIVO GENERAL

Reducir los costos y la merma de avellanas que se genera en el proceso de secado a través de un nuevo producto, lo que se traduciría en la obtención de mayores ingresos para los productores

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar todos los factores que influyen en el proceso de secado de la avellana.
- Evaluar las pérdidas que se producen por la baja efectividad en el proceso de secado, en términos monetarios y de producción (evaluación cuantitativa).
- Evaluar la factibilidad de crear una máquina de secado de avellanas.
- Analizar la creación de un sistema autónomo a través de sensores para que la máquina optimice el proceso.
- Evaluar la factibilidad de un servicio de secado de avellanas a efectuarse con las máquinas de secado al vacío desarrolladas anteriormente.



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.6 OPORTUNIDAD DE DISEÑO

ACTUALMENTE NO EXISTE UN PRODUCTO QUE PUEDA SECAR AVELLANAS Y QUE SEA ASEQUIBLE ECONÓMICAMENTE PARA TODOS LOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES, YA QUE LAS MÁS BARATAS CUESTAN APROXIMADAMENTE \$30.000.000. TAMBIÉN LOS PRODUCTOS ACTUALES SOLO ESTABLECEN UN TIPO DE PROCESO DE SECADO PARA EL MERCADO DE LAS AVELLANAS, POR LO CUAL EXISTE UNA AMPLIA GAMA DE SECADO EN OTROS RUBROS CON LOS CUALES SE PONDRÍA INNOVAR.

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.7 FACTORES DE DISEÑO

### HUMANOS

- Principalmente personas sobre los 35 años
- Dimensiones ergonómicas aptas para su uso

### PRODUCTIVOS/AMBIENTALES

- Recolección manual o semi automática, menos efectividad productiva
- Riesgos de pérdidas del fruto por rotura de cascara o deshidratación completa.
- Clima precordillerano

### CULTURALES

- Estética de maquinaria agrícola
- Condición socio económica y cultural de productores pequeños y medianos

### MERCADO

- Explosivo auge del avellano europeo en el país.
- Posicionamiento de la región del Maule como la principal productora de Chile.
- Innovación tecnológica en el sector producto del auge del mismo.

# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.8 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

- Uso intuitivo e interfaz simple.
- Fácil mantención y accesibilidad de repuestos.
- Asequible económicamente para productores que tengan entre 3 a 15 hectáreas.
- Reducción de la humedad del fruto a un 10% mínimo.
- Peso de carga acorde a la realidad de los productores



# DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

## 3.9 CONCLUSIONES

El problema presentado es una gran agravante monetaria no solo para los pequeños productores, sino que también para la misma empresa Agrichile, ya que con sus métodos actuales, los cuales están dentro de los más novedosos del mercado, aun así tienen pérdidas millonarias por el proceso de secado mal efectuado. Por consecuencia, la problemática es más grande de lo que se piensa, pero para tener una óptima gestión del trabajo, mi proyecto solo se enfocará en un grupo determinado de afectados.





# ANÁLISIS DE MERCADO

CAPITULO 04

# ANÁLISIS DE MERCADO

## 4.1 ANÁLISIS DE MERCADO ACTUAL

### MARCA GIAMPI: SECADORA VEGA 15

El modelo de secadora Vega 15 permite el secado de los productos con cáscara (avellanas, castañas, almendras, nueces, macademia, aceite de oliva, café y todo tipo de frutos secos) con una solución sencilla y de bajo costo en a medida que la parte inferior del tanque de secado (que contiene aire caliente) es igual a un tercio del volumen del propio tanque.

Esto le permite obtener el producto perfecto que se seque mas rapido y con un menor consumo. El secador puede estar equipado con un opcional de carga/descarga que permite cargar el producto dentro de la maquina y descarga de un recipiente externo (remolque u otro) sin la ayuda de otra maquinaria y sin el uso de mano de obra. La maquina descansa sobre un bastidor principal dotado de 4 ruedas para moverse en la plaza, que le permiten tener altura limitada toda la estructura igual a mt.3.00.



# ANÁLISIS DE MERCADO

## MARCA GIAMPI: ROTANTE DE SECADORA DELTA

El modelo Rotante de secadora DELTA es adecuado para secar avellanas, nueces, castañas, macadamia, astillias, café, almendras, etc. La estructura se compone de un cilindro, que girando sobre sí mismo a través de un movimiento giratorio y horizontal, permite que el producto se mueva continuamente en el interior obteniendo así un secado homogéneo y completo.

Una caldera con un quemador en diesel genera aire caliente desde 20° hasta 90° y la regulación de la temperatura se realiza mediante termostato externo. Esto se traduce en dos beneficios principales: El abalamento de el tiempo y un notable ahorro económico de la energía de secado. La máquina está en reposo en un marco de hierro, donde están presentes rodillos a través del cual el secador gira sobre sí mismo y se encuentra en el motor que genera el movimiento del cilindro. La máquina está equipada con un sistema para ajustar la velocidad de rotación por un flujo hidráulico variable y una rotación inversa. Este inversor determina la descarga automática del producto a través de una coquea inferior.



# ANÁLISIS DE MERCADO

## SECADOR FACMA

El secadero FACMA ofrece una solución simple, económica y necesaria para el secado de los productos con cáscara leñosa (avellanas, nueces, almendras, castañas, etc.). Los modelos tienen una capacidad mínima de 4,5 m<sup>3</sup> hasta una máxima de 33 m<sup>3</sup>, se pueden disponer en serie y alcanzar la capacidad requerida por el cliente. El secadero se puede cargar por medio de una cinta transportadora o con un elevador de cangilones.

El secado se obtiene por medio de una ventilación de aire caliente, que el intercambiador de calor envía al soplador, el que a su vez la empuja al interior del cuerpo del secadero. El producto continuamente ventilado está mezclado por una cóclea central y puede ser ventilado también con aire no calentada. Cuando el grado de humedad del producto es lo requerido, el mismo se extrae por gravedad por la parte inferior del contenedor-silos, por medio del sierre y se aleja con un adecuado sistema de transporte.



# ANÁLISIS DE MERCADO

## 4.2 ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE



# ANÁLISIS DE MERCADO



# ANÁLISIS DE MERCADO

## 4.3 CONCLUSIONES

El mercado destaca por su forma ya característica de la maquinaria agrícola, al igual que sus colores; este hecho permite tener un referente visual previo para la concepción de una propuesta que este acorde a los estándares de la industria.





# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

CAPITULO 05

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.1 SOLUCIÓN

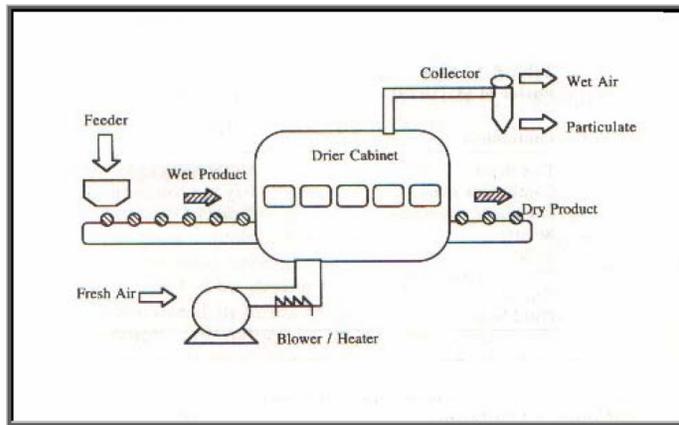
**INNOVAR EN LA CREACIÓN DE UN NUEVO  
MÉTODO DE SECADO DE AVELLANAS A  
TRAVÉS DE UNA MAQUINA SECADORA AL  
VACÍO**

Para entender un poco más sobre el secado al vacío, podemos describirlo como una tecnología que se ocupa para secar objetos sensibles a las temperaturas, y que se utiliza tanto en la industria química como alimentaria. Con este tipo de secado la evaporización del agua es más rápida, debido a la baja presión de aire en su entorno.

El principio básico de funcionamiento viene dado en la termodinámica y dice que, el agua hierve a  $100^{\circ}\text{C}$  a una presión de  $1\text{atm}$  (atmósfera), siendo necesario así utilizar energía para calentar el agua hasta la temperatura mencionada. Hoy en día estas condiciones pueden ser manipuladas, es decir, mediante la presurización de un sistema aislado, como lo es una olla a presión, se logra aumentar el punto de ebullición del agua, lo que provoca que los alimentos alcancen temperaturas superiores a los  $100^{\circ}\text{C}$ . Caso contrario, si a ese sistema aislado se le succiona aire, dejándolo así con una presión menor a  $1\text{atm}$ , entonces el agua ebullicirá a menor temperatura.

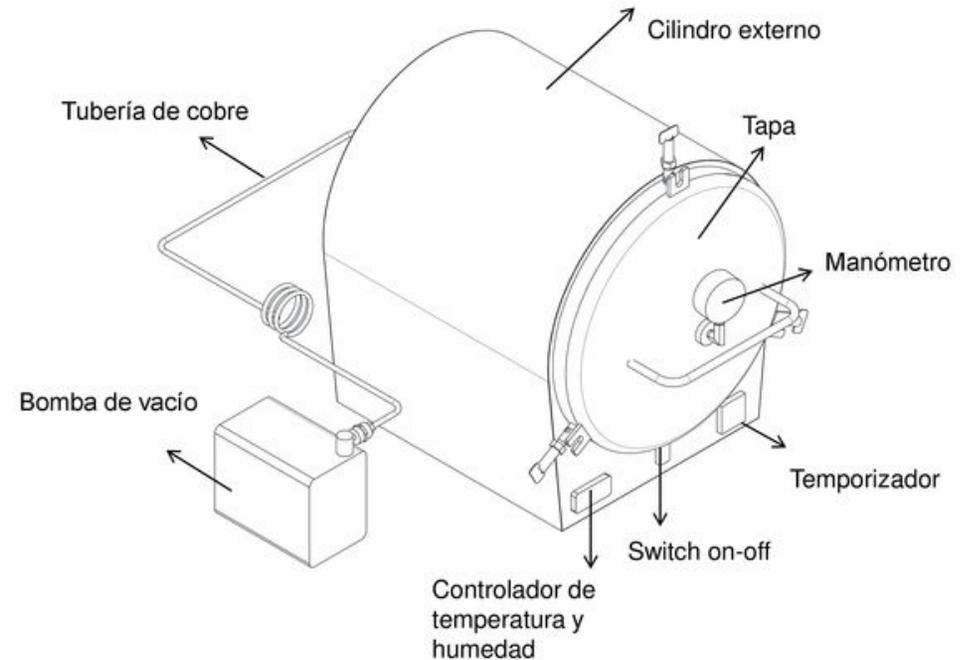
# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

En este caso el secado consistirá en la entrega de energía al aire dentro de la cámara de secado, previamente provista de avellanas, el aire se calentará y a su vez calentará las avellanas hasta una temperatura previamente calculada. Luego de lograr que la totalidad de los frutos en el interior de la cámara hayan adquirido temperatura, se procederá a extraer el aire del interior de esta última, dejando así a los frutos calientes, y por tanto también el agua en su interior, con una atmósfera casi inexistente, mediante el uso de una bomba de vacío. Este proceso culmina en la evaporación del agua dentro de las avellanas.



Ejemplo básico de un secador de aire atmosférico

Ejemplo de partes de una secadora al vacío para alimentos



A este secador que se diseñara, se le creara además un sistema de sensores que funcione de forma autónoma y que mida variables como temperatura, humedad relativa, entre otras, en diferentes tiempos del proceso, y que además se pueda programar dependiendo del calibre, variedad y cantidad de frutos por tanda. El objetivo de este sistema es lograr optimizar el proceso de secado, reduciendo el tiempo del proceso, mano de obra y la merma a un 5%.

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.2 HIPÓTESIS

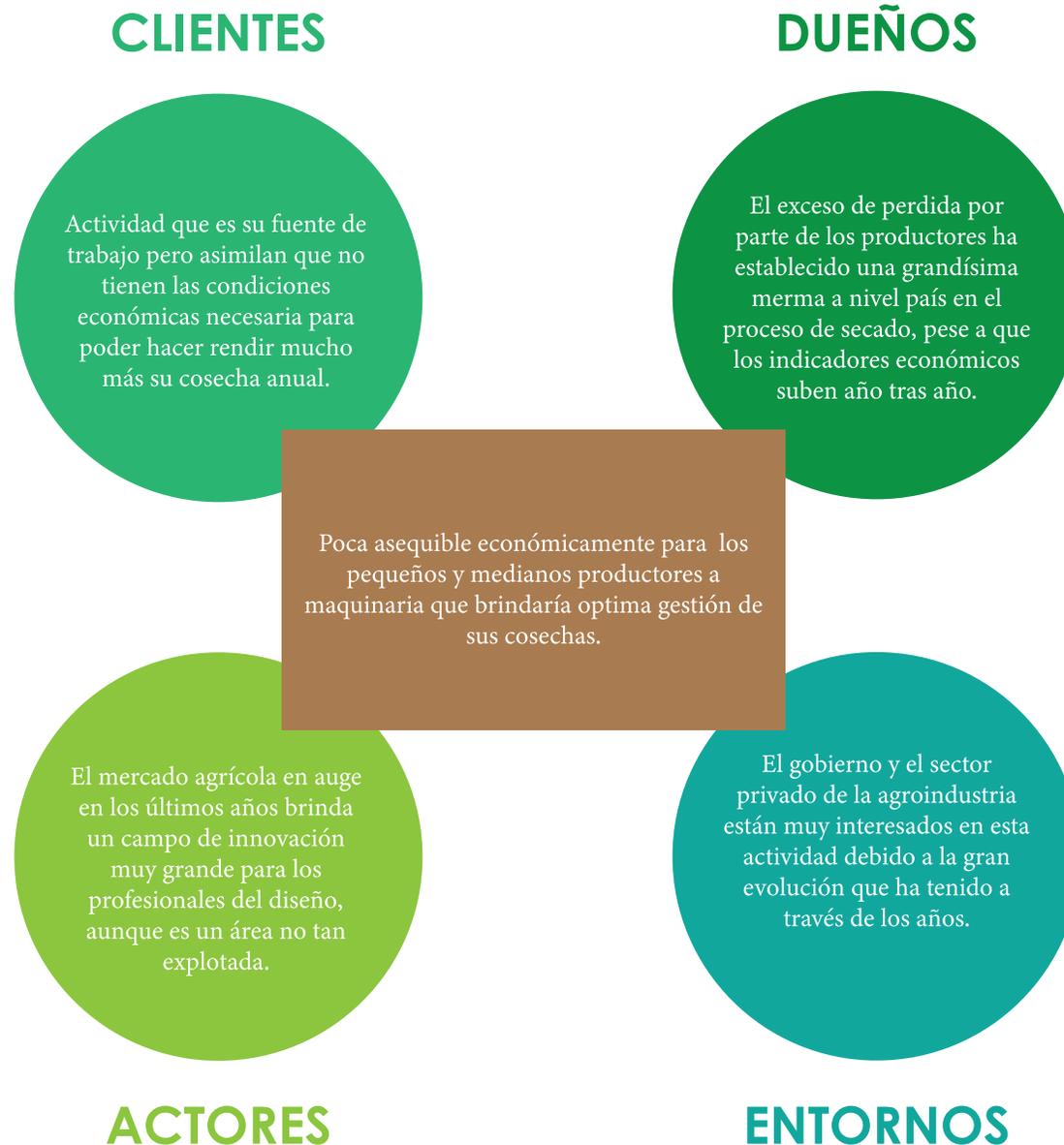
El secado consistirá en la entrega de energía al aire dentro de la cámara de secado, previamente provista de avellanas, el aire se calentará y a su vez calentará las avellanas hasta una temperatura previamente calculada. Luego de lograr que la totalidad de los frutos en el interior de la cámara hayan adquirido temperatura, se procederá a extraer el aire del interior de esta última, dejando así a los frutos calientes, y por tanto también el agua en su interior, con una atmósfera casi inexistente, mediante el uso de una bomba de vacío. Este proceso culmina en la evaporación del agua de las avellanas.

El secado por vacío es más rápido, cuidadoso y eficiente desde el punto de vista energético que el secado por calor. Resulta especialmente adecuado para los procesos de secado de productos químicos, farmacéuticos o alimentarios, así como para otras aplicaciones en las que un exceso de calor destruiría o dañaría el producto.

Por ejemplo, en la producción de concentrados de frutas o la liofilización de café o frutas, el secado al vacío mantiene la consistencia del producto y preserva sus ingredientes esenciales tales como las vitaminas y los aromas.

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.3 DIAGRAMA DE CHECKLAND



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## ESTRATEGIA

Generar tecnologías en el ámbito de maquinarias para la producción del avellano europeo que sea asequibles para los pequeños y medianos productores.

## CLIENTES

Mejoran la productividad de sus campos reduciendo la merma que tenían por no poder secar el fruto de forma independiente.

## DUEÑOS

Mientras mayor productividad, mejor son los números y más personas son capaces de adherirse a esto, beneficiando a todos.

La mayor transferencia tecnológica para los pequeños y medianos productores de avellanos en Chile aproxima alzas aún más grandes en los indicadores económicos del sector.

La transferencia tecnológica a través del diseño se sustenta como una nueva área de impulso tanto para la academia como para el ámbito laboral.

Con la tecnificación de la producción para pequeños y medianos productores limitan la brecha entre las distintas categorías, lo que beneficia al gremio y hace posible la generación de más alianzas.

## ACTORES

## ENTORNOS

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.4 ANTECEDENTES CONCEPTUALES

Desde que existe vida en este planeta, los distintos organismos han debido sortear un sin número de inclemencias externas para poder sobrevivir, es por este motivo que todo ser vivo tiene su propio sistema de regulación térmica. Dentro de este parámetro, la regulación como tal se divide en dos ramas: **La Endotermia y la Ectotermia.**

La primera tiene relación a los seres cuyo proceso de regulación es innata e independiente en cada individuo, esto quiere decir que su propio organismo produce y a la vez regula la temperatura para que esta sea idónea para la vida.

Dentro de los organismos que encontramos aquí, están los seres humanos, ya que, a través de la alimentación diaria y el posterior metabolismo, se autorregula su temperatura corporal; haciendo de esta especie muy independiente de factores externos, pero con un gasto energético alto.

Por otro lado, están los denominados Ectotérmicos, los cuales, al contrario, son seres que no pueden regular internamente su temperatura corporal, por lo que necesitan de factores externos para poder sobrevivir; en este grupo encontramos a los reptiles y peces, denominados como animales de sangre fría.

Si bien, este pudiese parecer una desventaja, algo que caracteriza a este grupo es que son altamente eficientes, ya que pueden pasar meses sin comer y sobreviven de igual manera, por lo que su gasto energético es notablemente menor al resto de las especies.

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.5 CONCEPTO

### SIMBIOSIS TÉRMICA

La propuesta conceptual del proyecto busca tomar lo mejor de cada uno de estos organismos y producir una simbiosis. Por un lado, este producto es autónomo ya que a través de su sistema de calefacción eléctrico puede regular su temperatura interna para lograr temperaturas optimas para el secado y al mismo tiempo, es altamente eficiente ya que al tener un factor externo como es la bomba de vacío, puede lograr un secado mucho más rápido ya que el vacío atmosférico cambia el punto de ebullición del agua, reduciendo gasto energético y tiempo.

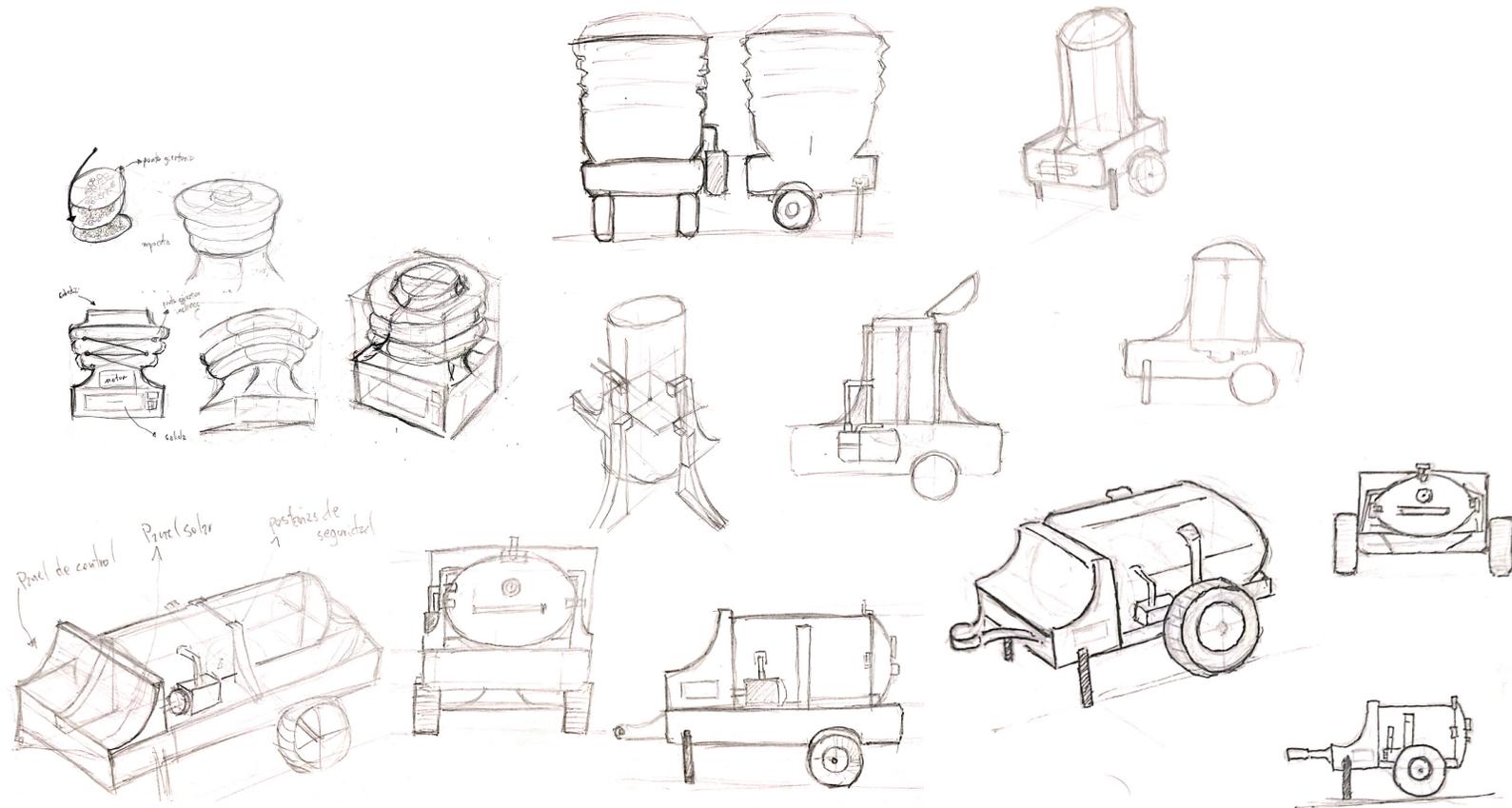
# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.6 ANÁLISIS DE REFERENTES

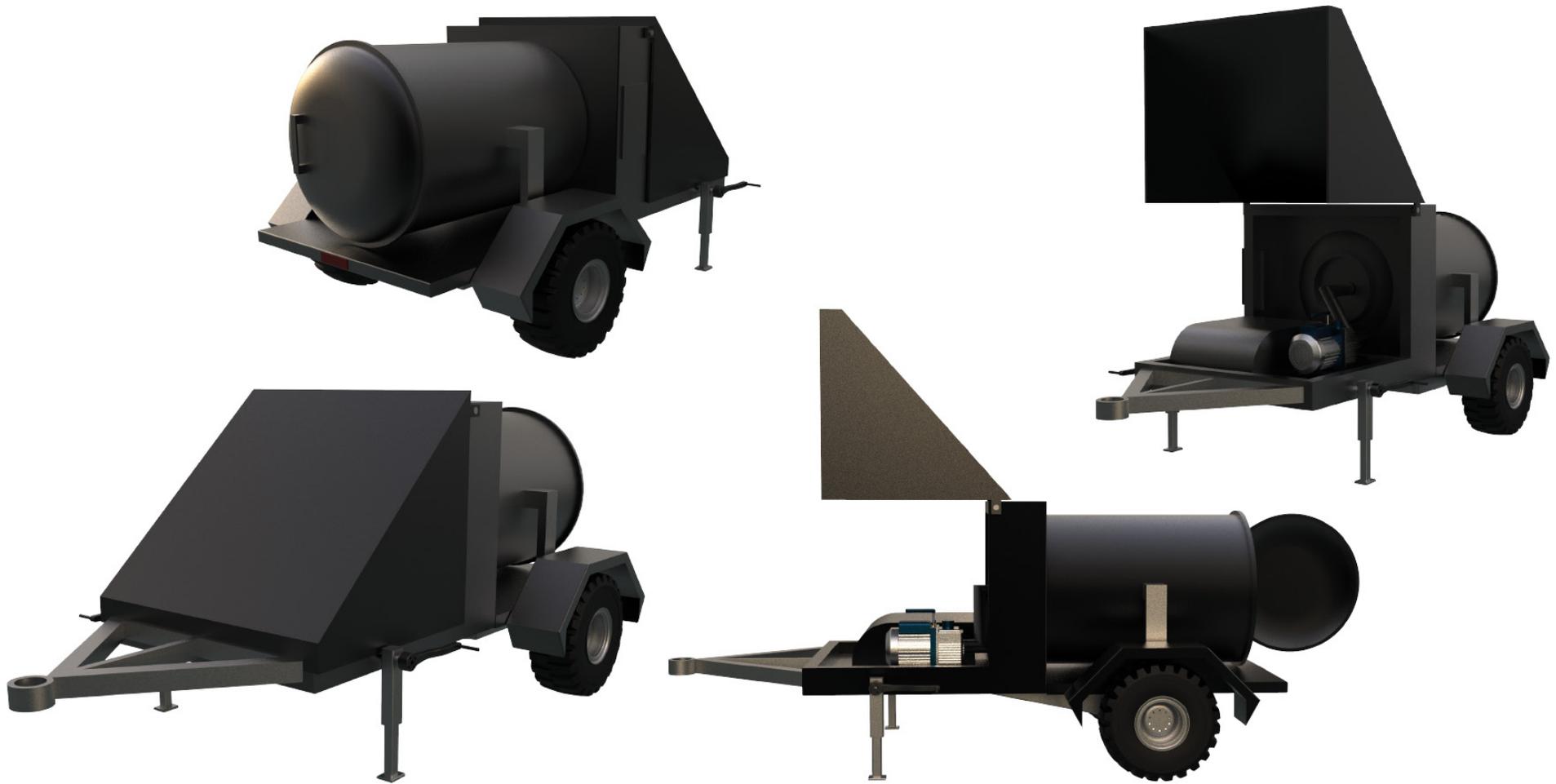


# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.7 EVOLUCIÓN PROPUESTA FORMAL



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.8 PROPUESTA FORMAL FINAL

V A C U



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

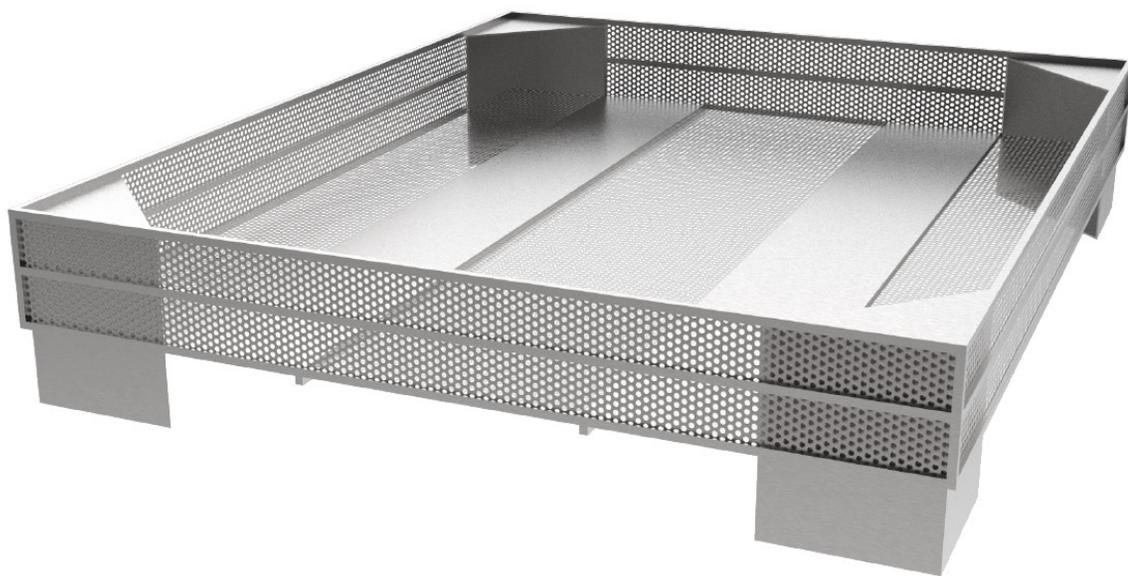
## 5.9 CARACTERÍSTICAS



● Dos puertas delanteras y una principal en la parte de atrás.



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN



Bandejas apilables



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

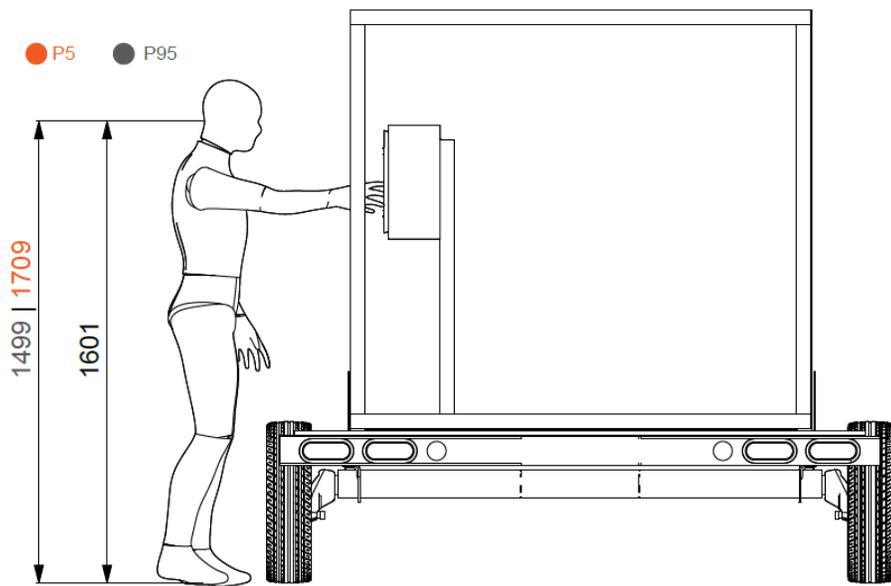
## 5.10 USABILIDAD



Se opta por sistema de "estiba"



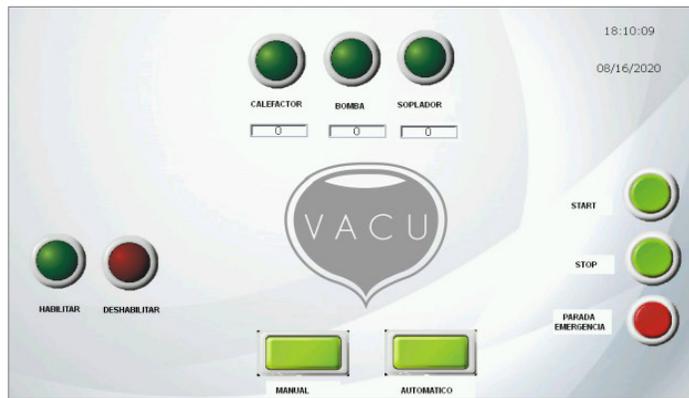
# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN



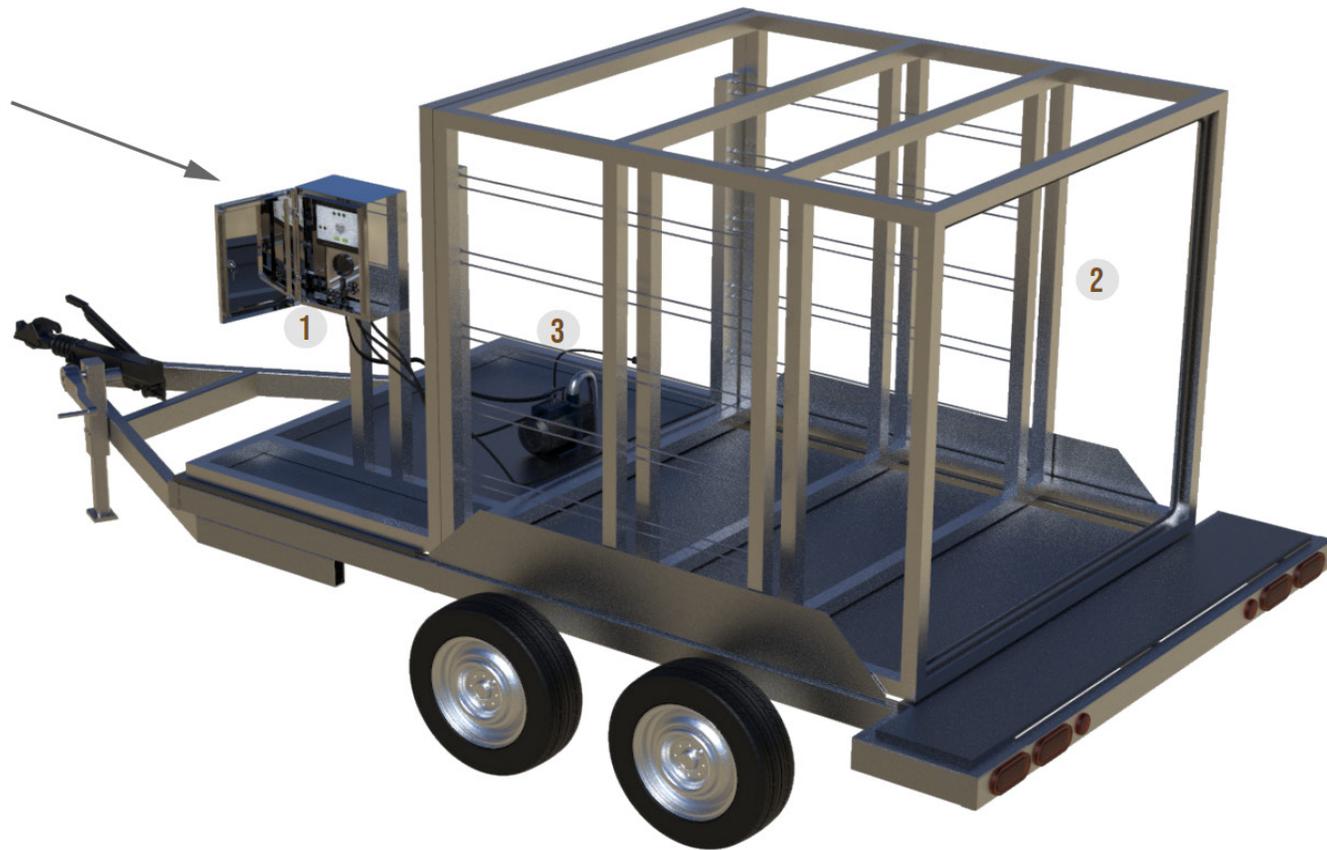
Altura panel de control

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.11 ASPECTOS TÉCNICOS DE USO



- 01. Panel de Control
- 02. Calefactores
- 03. Bomba de Vacío



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.12 MATERIALIDAD

Carrocería  
Rotomoldeo/Polietileno de  
alta densidad



Cámara  
Acero inoxidable AISI 304

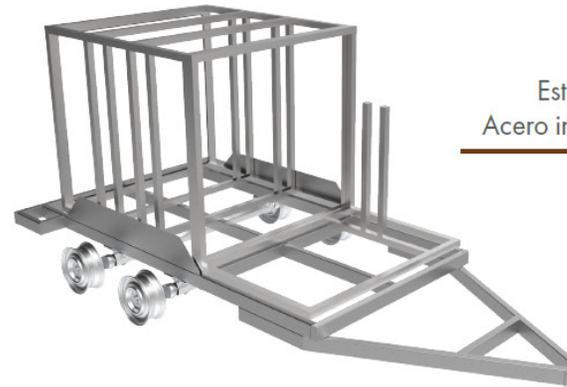


Plataforma  
Aluminio diamantado

Chasis / Calefactores  
Acero inoxidable AISI 304



Estructura interna  
Acero inoxidable AISI 304



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.13 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

N°	Nombre	Descripcion	Cantidad	Precio	Peso (KG)
1	Carroceria	Poliuretano de alta densidad	1	\$ 294.314	79,5
2	Planchas Plataforma	Aluminio diamantado AA 3003 / 2,5 mm / 1000 x 3000	2	\$ 98.070	127,5
3	Planchas Bandejas	Acero inoxidable AISI 304/Grosor 1,5 mm / 1500 x 3000	2	\$ 184.800	88,2
4	Plancha Puerta	Acero inoxidable AISI 304/Grosor 3 mm / 1500 X 3000	1	\$ 188.400	45
5	Planchas Camara	Acero inoxidable AISI 304/Grosor 2 mm / 1500 X 3000	4	\$ 502.400	258
6	Perfil cuadrado	Acero inoxidable AISI 304/ 50 x 50 Grosor 1,5 mm / largo 3 m	17	\$ 573.750	115,568
7	Perfil cuadrado	Acero inoxidable AISI 304/ 20 x 20 Grosor 1,5 mm / largo 3 m	30	\$ 480.600	18,4
8	Malla Perforada	Acero inoxidable AISI 304/Perforación 5 mm/ Grosor 1,5 mm / 1000 x 2000	5	\$ 275.000	66,75
9	Perfil Rectangular	Acero inoxidable AISI 304/ 100 x 50 Grosor 3 mm / largo 3m	7	\$ 451.500	141,9
10	Neumaticos	LT285/75 R16 126P Tub opmt Toyo	4	\$ 179.199	24
11	Llantas	Aro 16X8 6X139.7 AMS JH-1133	4	\$ 85.000	63,5
12	Eje Ruedas	Eje sin freno PLUS 1.800 kg, 112x5	2	\$ 618.600	58
13	Bomba de Vacío	Busch R5 RC 0021 C	1	\$ 558.659	20
14	Manometro	Dial manom. Baja R12/22/502 RG-250	1	\$ 4.857	1
15	Valvula de aire	NPT macho de 1/4 pulgadas (MNPT) X 1/4" hembra NPT (FNPT)	1	\$ 5.575	0,6
16	Tuberia	Tubería de cobre 5/16 plg x 0.5 mm	1	\$ 7.976	0,5
17	Luces	LED según reglamento y norma DIN	6	\$ 25.523	9,4
18	Cerradura Camara	Kason 58 radial con 3/4" a 1 - 1/2"	1	\$ 151.926	1,3
19	Cerradura Puertas	LHX CMMS216 / Acero Inoxidable	2	\$ 43.156	0,86
20	Burletes	Caucho EPDM	2	\$ 6.690	1,35
21	Pomel	Con golilla 1/2"x3 1/8"	4	\$ 4.380	20
22	Frenos	Enganche de inercia UN KPL 2700KG V 251S AK 270	1	\$ 266.336	14
23	Calefactores	Forma de "U". Gama UST/Acero inoxidable AISI 304L de Ø8 mm	10	\$ 15.952	5
24	Apoyos	Apoyo con husillo 70 °	1	\$ 83.120	12
25	Gabinete	Tablero electrico 400*300*200	1	\$ 91.536	2,12
26	Componente Electronico	Bandeja ranurada 20*20	1	\$ 3.791	0,2
27	Componente Electronico	Riel din	1	\$ 1.172	0,3
28	Componente Electronico	Automatico 1*16A	2	\$ 1.535	1,56
29	Componente Electronico	diferencial 2*25A	1	\$ 20.135	3,43
30	Componente Electronico	regleta azul	2	\$ 4.111	1,92
31	Componente Electronico	PLC fatek fbs 20 ma	1	\$ 223.530	0,3
32	Componente Electronico	botonera	2	\$ 9.153	0,2
33	Componente Electronico	selector 3 posiciones	1	\$ 16.435	8,5
34	Componente Electronico	luces piloto 220 v	5	\$ 13.678	0,17
35	Componente Electronico	botonera para emergencia	1	\$ 18.031	0,8
36	Componente Electronico	cable 16 AWG	1	\$ 19.700	0,11
37	Componente Electronico	Bornera 4 MM	20	\$ 5.800	0,1
38	Componente Electronico	rele	1	\$ 8.479	0,09
39	Componente Electronico	pantalla HMI delta	1	\$ 338.580	0,71
40	Componente Electronico	fuelle de poder DC 24V / 5A	1	\$ 106.965	0,05
41	Componente Electronico	macho volante 220v	1	\$ 2.670	4,68
42	Componente Electronico	Cable eva libre Halogeno 4 mm Blanco	1	\$ 450	1,5
43	Componente Electronico	Cable eva libre Halogeno 4 mm Verde	1	\$ 450	1,5
44	Componente Electronico	Cable eva libre Halogeno 4 mm Rojo	1	\$ 450	1,5
45	Componente Electronico	Termocupla Tipo J X 3 Metros De Cable. Perno 6,1 Ó 12,7mm.	1	\$ 9.900	0,03
46	Componente Electronico	Termopar de tipo K de indemnización cable de extensión	1	\$ 139.580	5
<b>Total</b>				<b>\$ 6.141.914</b>	<b>1206,898</b>

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

**CUADRO DE CARGAS FUERZA**

△	CTO. N°	CANALIZACIÓN				TAB. COMANDO PROTECCIONES			MOTOR N°	ARRANQUES						In (A)			POTENCIA		PARTIDA		TOTAL KW.	UBICACIÓN			
		CONDUCTOR (SECCIÓN-TIPO)		DUCTO (SECCIÓN-TIPO)		DIF. S30mA	DISY.	TERM.		GUARDAMOTOR	500	600	750	1000	1200	1500	2200	2500	R	S	T	H.P.			KW.	DIR.	IND.
		W	W	W	W	W	W	W		W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W			W	W	W
T.D.F. 3.5	1	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)	2X25A		1X16 "C"																	0,5	PLC	
	2	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)	2X25A		1X16 "C"																	0,5	FUENTE DE PODER	
	3	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)			1X16 "D"					1												1,2	BOMBA DE VACIO	
	4	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)			1X16 "C"				3													3	CALEFACTORES	
	5	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)			1X16 "C"				3													3	CALEFACTORES	
	6	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)			1X16 "C"				3													3	CALEFACTORES	
	7	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)			1X16 "C"				1													1	CALEFACTORES	
	8	2.5mm2	Libre de halógenos	(1/2") - (20mm)	(t.m.f.) - (c.a.g.)			1X16 "C"																			DISPONIBLE
TOTAL	8									2	0	0	10	1	0	0	0	55,45	0	0	0	0	12,2	0	0	12,2	

**CALCULO DE SECCIÓN DE ALIMENTADOR**

Descripción	Largo [m]	Potencia [W]	Caida de Tensión [V]	Tensión [V]	Sección (mm²)	Rho Cu [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]
Alimentador Principal	5	12200	2.50	220	4	0,018

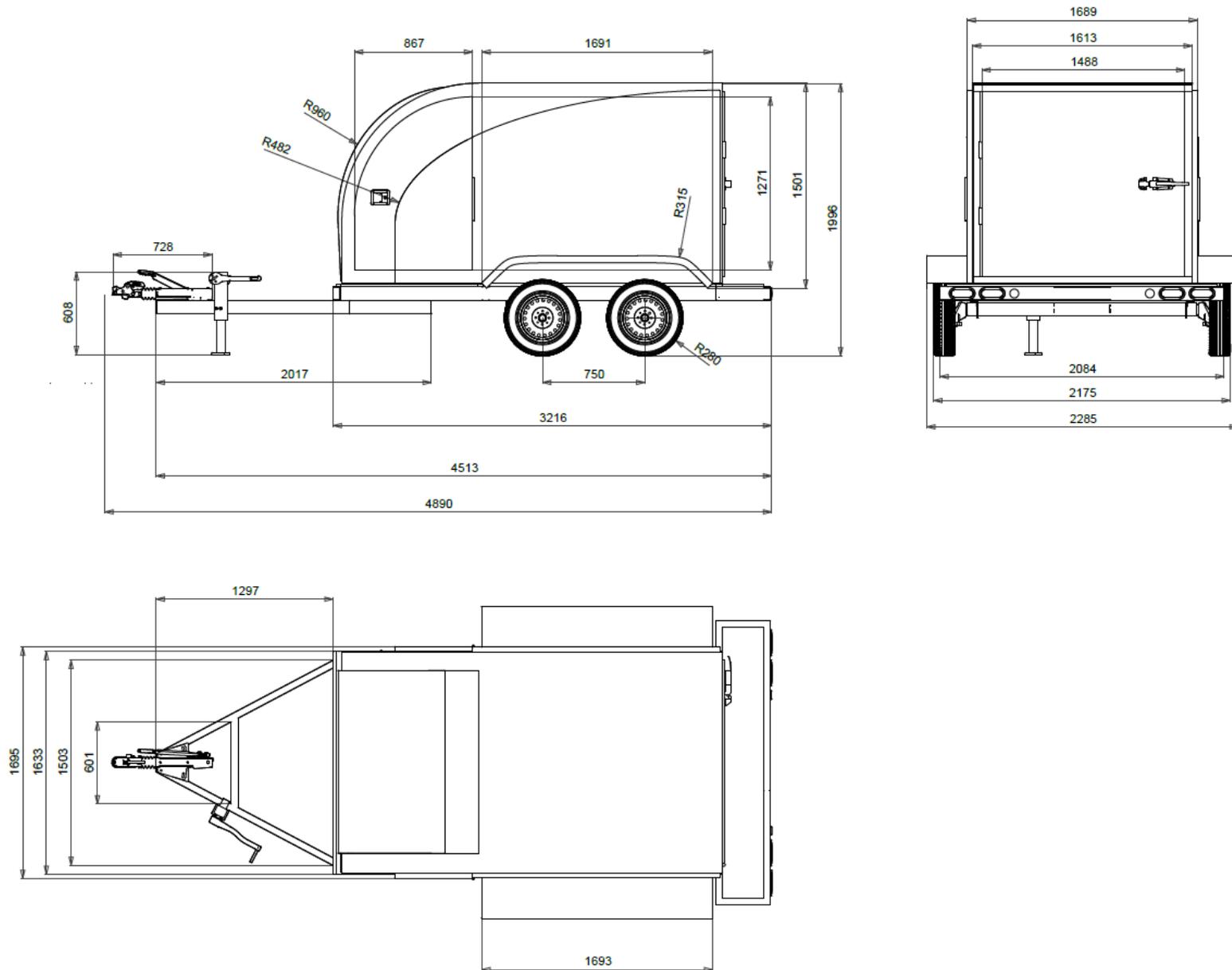
**TABLA RESISTIVIDAD DEL COBRE**

		Cu
Fuerza máxima	[N/mm²]	220-300
Fuerza al 1% de elongación	[N/mm²]	120-200
Conductividad	[S*m/mm²]	58.5
Resistividad	[Ohm*mm²/m]	0.0171
Coefficiente de resistencia térmica	[1E-6/K]	3800-4100
Densidad	[kg/dm³]	8.93

<https://www.elektrisola.com/es/materiales-conductores/cobre.html>

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

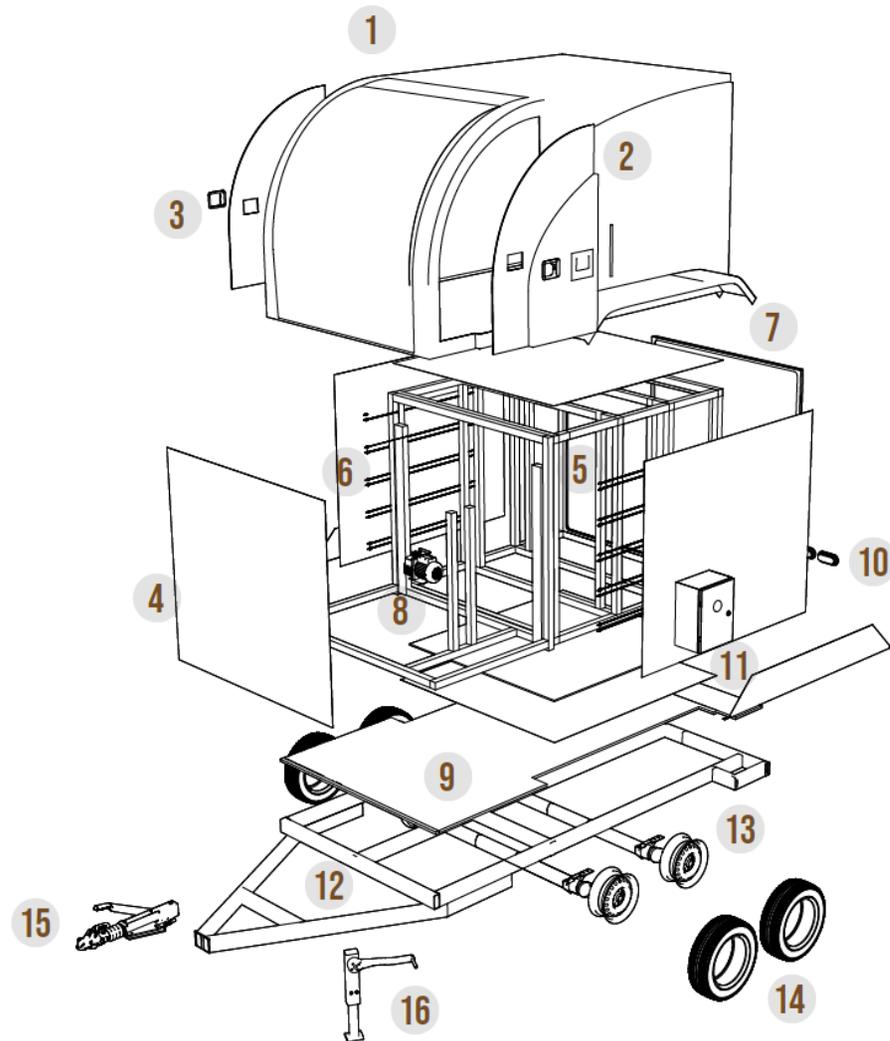
## 5.14 PLANIMETRÍA



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.15 COMPONENTES

- 01. Carrocería
- 02. Puertas
- 03. Cerraduras
- 04. Planchas Cámara
- 05. Estructura Interna
- 06. Calefactores
- 07. Puerta Trasera
- 08. Bomba de Vacío
- 09. Plataforma
- 10. Luces traseras
- 11. Tablero electrónico
- 12. Chasis
- 13. Ejes ruedas
- 14. Neumáticos
- 15. Frenos
- 16. Apoyo



# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.16 PLAN ECONÓMICO

Este proyecto se ofrecerá por la modalidad de “venta de servicios”; un secado de avellanas que evitará los descuentos que año a año deben pagar, siendo netamente más ganancia.

Este modelo también evitaría el gasto que sería para los productores, comprar sus propias secadoras; ya que esta se ocupa solo una vez al año, por lo cual esta metodología sería la más adecuada para ambas partes.

	Costo Materiales / Unitario	\$ 6.141.914
Mano de Obra	M.O. Estructural	\$ 1.662.466
	M.O. Eléctrico	\$ 482.253
	<b>Costo Total Unitario</b>	<b>\$ 8.286.633</b>
	<b>Costo Total 20 Unidades</b>	<b>\$ 165.732.660</b>
Costos Indirectos	Servicios Básicos	\$ 268.000
	Gastos Varios	\$ 60.000
	Uso Maquinaria	\$ 628.000
	<b>Total Final</b>	<b>\$ 166.688.660</b>

Máxima Penalización campo de 15 hectáreas / 18% a 6%	\$ 16.296.706
Valor de servicio 50% del costo con AgriChile	\$ 8.148.353
Producto arrendado en 20 campos	\$ 162.967.060

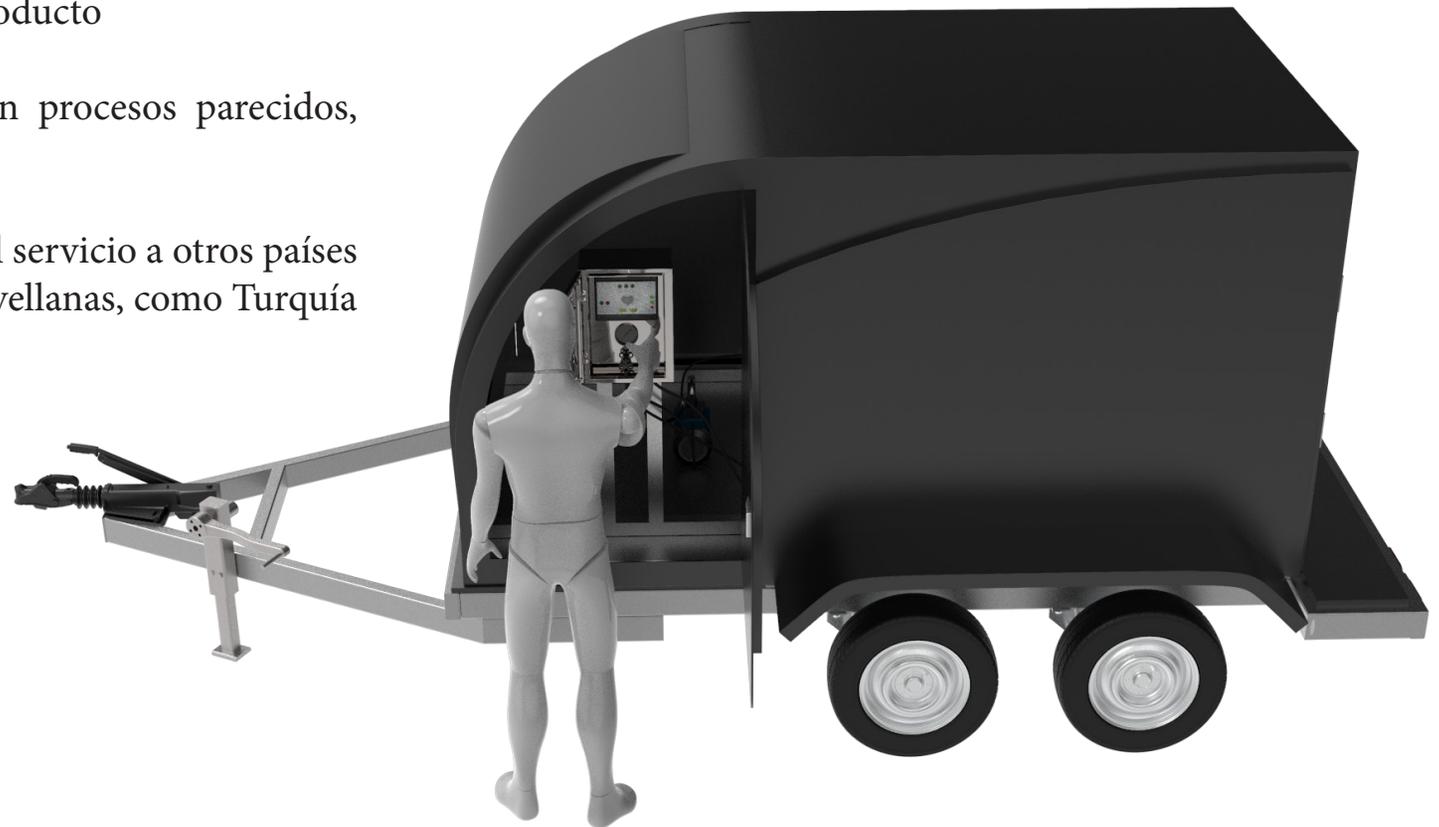
Mínima Penalización campo de 15 hectáreas / 10% a 6%	\$ 5.233.896
Valor de servicio 50% del costo con AgriChile	\$ 2.616.948
Producto arrendado en 20 campos	\$ 52.338.960

Se recuperaría la inversión entre 1 a 3 años

# PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN

## 5.17 MEJORAS A FUTURO

- Modelos con mayor capacidad de carga
- Generar energía cinética a través del movimiento de las ruedas, con la cual se alimente la máquina y sea completamente autónoma
- Analizar la viabilidad de otros materiales para optimizar peso y costos del producto
- Incorporar a otros frutos con procesos parecidos, como por ejemplo las nueces.
- Ver la viabilidad de exportar el servicio a otros países con buena productividad de avellanas, como Turquía





**ANEXOS**  
CAPITULO 06

# ANEXOS

## 6.1 ENTREVISTA

En una entrevista realizada a Jose Contreras Vasquez, productor de la región, pude adentrarme un poco más en los impactos de la problemática a nivel local. Dentro de lo mas importante destaca lo siguiente:

- Él tiene 26 hectáreas, pero en plena producción solo 12 (esto ya que las hectáreas llegan a su peak de cosecha a los 9 años de ser plantadas) en la cual produce entre 3.500 a 4.000 kg por hectárea anualmente.
- Gran parte de los productores de la región no cuentan con dinero para cobrar maquinarias por lo que venden el producto no secado y Agrichile les aplica los siguientes descuentos:
- Si un productor llega con 10.000 kg para vender a la empresa en la cual estos kg están con un 10% de humedad, la empresa le cobrara por el servicio de secado que sería el 4% de diferencia y aparte se le descuentan por kg, esto quiere decir que una vez el fruto secado, se le vuelve a pesar y en vez de pagarle 10.000 kg, le pagaran 9.500 kg ya que el resto era agua.



# ANEXOS

El para evitar esto realizo una forma artesanal de secado al modificar un galpón con policarbonato, creando asi un hibernadero con loza radiante.

Dentro de los impactos mas importantes se destacan:

- El costo de la realización de esto fue de aproximadamente \$7.000.000 (sin contar que el ya contaba con el galpón)
- Dentro de este galpón seca 6000 kg semanales.
- Porcentualmente la humedad de sus frutos bajaron en un 4%.
- Previo a la implementación de esta solución, todas la temporadas, entre cobros por secado y descuentos, perdía anualmente 4 a 5 millones de pesos.





# CONCLUSIONES FINALES

CAPITULO 07

# CONCLUSIONES FINALES

Este proyecto tuvo un inicio confuso, ya que no era mi agrado el tema agroindustrial ni nada referido a lo campestre, pero con el tiempo y con la ardua investigación tanto digital como en terreno, pude darme cuenta de lo cuan valioso es este rubro para el país y especialmente para la región del Maule.

El potencial auge que esta teniendo este sector de la agricultura, ha elevado un gran interés de tanto el gobierno como entidades privadas a financiar el mercado del avellano europeo. Este escenario le brinda al diseño una oportunidad única de entrar y marcar diferencias desde nuestra especialidad, brindando servicios y soluciones con una mirada distinta a la que comúnmente existe en el sector.

Es por este motivo es que seguí con el proyecto hasta el final, pese a que debía realizarlo desde una mirada completamente autónoma, ya que hay que destacar la complejidad del producto, ya que para el diseño y la fabricación de este, se necesita de un gran equipo multidisciplinar que materialice cada una de sus áreas, por lo cual, la tarea no fue sencilla, pero si muy significativa para desarrollarme como Diseñador; y experimentar en terreno lo que significa la vida profesional.

Sin lugar a duda, este proyecto no está finalizado; solo está en su fase de iniciación y espero que en el corto plazo pueda retomar el trabajo y desarrollarlo de forma profesional.

Espero que mis conocimientos y las ganas que le puse a mi proyecto final, sea útil para alumnos que en el futuro quizás estén leyendo estas palabras buscando un poco de inspiración para sus propias entregas; si, a ti te digo, no importa lo que suceda, da lo mejor de ti y sigue con tu idea hasta el final, solo de esta forma, al final del camino podrás decir con orgullo... soy Diseñador.



# **BIBLIOGRAFÍA**

**CAPITULO 08**

# BIBLIOGRAFÍA

1. Armengoli, J. (2016). Experiencia productiva, comercial y exportación del Avellano Europeo en la VII Región [Diapositivas PowerPoint]. Recuperado de <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/510>
2. Avellanas: sube precio y récord de plantaciones. (9 de marzo de 2020). Portal del Campo. Recuperado de [https://portaldelcampo.cl/Noticias/75803\\_Avellanas--sube-precio-y-r%C3%A9cord-de-plantaciones.html](https://portaldelcampo.cl/Noticias/75803_Avellanas--sube-precio-y-r%C3%A9cord-de-plantaciones.html)
3. Carrillo, J. (2003). Integración de Un Sistema Virtual Full Duplex para el Desarrollo de Prácticas de Ingeniería de Alimentos a través de Internet 2 (Tesis de Maestría). Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México.
4. Cazanga, R. y Leiva, C. (Eds.) (2013). Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Avellano Europeo en la Región del Maule. Santiago, Chile: CIREN.
5. Cruzat, R. y Barrios, E. (2009). Resultados y lecciones en producción de avellanas chilenas como recurso para productores rurales. Recuperado de <https://www.opia.cl/601/w3-article-75577.html>
6. Ellena, M. (Ed) (2013). Avellano Europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Temuco, Chile: INIA.
7. Ellena, M. (2018a). El avellano europeo en Chile: Una década de recopilación e investigación. Temuco, Chile: INIA.
8. Ellena, M. (2018b). Avellano europeo: modernización del cultivo en Chile. [Diapositivas PowerPoint]. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2018/01/CULTIVO-DEL-AVELLANO-EUROPEO-seminario.pdf>
9. Grupo Hijuelas. (2020). 1er Día Nacional del Avellano Europeo. Valparaíso, Chile: grupohijuelas. Recuperado de <https://www.grupohijuelas.cl/1er-dia-del-avellano-europeo/>

10. Hechavarria, M. (1 de marzo de 2020). El Maule se consagra como el principal productor de avellano europeo en el país. El Centro. Recuperado de <https://diarioelcentro.cl/el-maule-se-consagra-como-el-principal-productor-de-avellano-europeo-en-el-pais/>
11. Maquinaria Agrícola Segué. (2018). Secadero de frutos secos. Lleida, España: Segué. Recuperado de <https://www.segues.es/product/secadero-frutos-secos/>
12. Nieto, K. (2015). Diseño y construcción de un deshidratador de frutas con capacidad de 1000 gramos utilizando una bomba de vacío [Diapositivas PowerPoint]. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/13046113/>
13. Paredes, C. (2015). Evaluación de tecnologías para mejoramiento de la productividad y la calidad del fruto de avellano europeo (*Corylus Avellana* L.) en la zona sur de Chile destinado a la industria alimentaria [Diapositivas PowerPoint]. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2015/08/2-INDUSTRIA-AVELLANO.pdf>
14. Redagrícola Chile. (2019). El avellano crece en importancia y sigue aumentando su potencial. Chile: redagrícola . Recuperado de <https://www.redagricola.com/cl/el-avellano-crece-en-importancia-y-sigue-aumentando-su-potencial/>
15. Turquía: 800 mil toneladas alcanzará la producción de avellanas esta temporada. (14 de noviembre de 2019). ChileAlimentos. Recuperado de <https://www.chilealimentos.com/wordpress/turquia-800-mil-toneladas-alcanzara-la-produccion-de-avellanas-esta-temporada/>

